

Introducción a las técnicas de la navegación polar

Trabajo de Final de Grado



Facultad de Náutica de Barcelona
Universitat Politècnica de Catalunya

Trabajo realizado por:
Lorenzo Pérez Blanco

Dirigido por:
Agustin Martin Mallofré

Grado en Náutica y Transporte Marítimo

Barcelona, 02/10/2019

Departamento de Ciencias e Ingeniería Náutica



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
BARCELONATECH

Facultat de Nàutica de Barcelona

SUMARIO

Este proyecto una guía introductoria para los profesionales de la navegación que tengan interés en la navegación polar y sus características y que pretendan iniciar su carrera profesional en esa dirección.

La información expuesta abarca desde las condiciones meteorológicas que podemos hallar en las zonas polares, las técnicas de navegación óptimas aplicables a los buques que operan en aguas que contengan hielo flotante, los buques rompehielos construidos y diseñados para facilitar las operaciones a los barcos mercantes en esas mismas aguas hasta las crónicas históricas del desarrollo humano en la exploración y explotación de las rutas polares previstas y sus recursos existentes y la aplicación del Código Polar como instrumento para garantizar unos estándares internacionales de prevención y seguridad en estas zonas.

La realización de este proyecto es el fruto de una exhaustiva labor de búsqueda, lectura y comparación de datos a partir de la investigación sobre documentos oficiales realizados y facilitados al público por los Organismos Internacionales de la OMI dedicados a regular la operativa industrial marítima y por informes escritos por los Estados interesados en el desarrollo del comercio marítimo y en la investigación científica en las regiones polares.

En el caso de la información expuesta sobre el Antártico, se ha utilizado documentación oficial preparada y publicada por la Agencia Nacional de Inteligencia Geoespacial del Gobierno de los Estados Unidos, ubicada en Springfield, Virginia, que relata de forma detallada todas las particularidades referentes a las condiciones que encontraremos al acercarnos por mar al continente más meridional.

En cuanto al contenido que hace referencia al Ártico, la fuente principal utilizada proviene del servicio de Guardacostas del Gobierno Federal de Canadá, de la que se ha extraído la información necesaria para explicar las pautas a seguir para recomendar una navegación segura en aguas heladas y en qué consisten las características propias de los buques dedicados a facilitar el paso a través del hielo.



Para el desarrollo del temario sobre la historia de las exploraciones y el futuro del comercio marítimo en las zonas polares, se han analizado los documentos de Evolución del Transporte Marítimo en el Ártico (Arctic Marine Shipping Assessment, AMSA), realizados por el Grupo de Trabajo por la Protección del Medioambiente Ártico (Protection of the Arctic Environment Working Group, PAME) y también de la Reunión Consultiva del Tratado Antártico (Antarctic Treaty Consultative Meeting, ATCM) y de la Coalición Antártica de los Océanos del Sur (Antarctic and Southern Ocean Coalition), formada por 15 organizaciones no gubernamentales interesadas en la protección del Antártico, además de los documentos ya mencionados anteriormente.

Por último, para explicar en qué consiste el Código Polar se ha estudiado y revisado distintos documentos y resoluciones del Comité de Seguridad Marítima (Maritime Safety Committee, MSC) y del Comité de Protección Ambiental Marítima (Marine Environment Protection Committee, MEPC), provenientes de la Organización Marítima Internacional, que se encuentran disponibles en su página web.

Así pues, teniendo en cuenta las condiciones especiales de las zonas polares, cuya vulnerabilidad y susceptibilidad a los cambios repercutirá de manera importante en el desarrollo de la vida humana en el resto del planeta y en los costes y la eficiencia de navegación, podemos visualizar como en las próximas décadas la navegación polar, sobretudo en el Ártico, va a convertirse en uno de los puntos clave del comercio marítimo internacional y del ecologismo.



ABSTRACT

This project is an introductory guide for navigation professionals who have an interest in polar navigation and its characteristics and intend to start their professional career in that direction.

The displayed information includes from the meteorological conditions that we can find in polar areas, the optimal navigation techniques applicable to ships operating in polar waters, icebreakers built and designed to facilitate operations to merchant ships in those areas to the historical chronicles of human development in the exploration and exploitation of the polar routes and their existing resources and the application of the Polar Code as an instrument to guarantee international standards of prevention and safety in these areas.

The realization of this project is the product of an exhaustive research, reading and comparison of official documents made and provided to the public by the IMO International Organizations dedicated to maritime industrial operations and written reports by States interested in the development of maritime trade and scientific research in Polar Regions.

In the case of the information presented on the Antarctic, I have used official documentation prepared and published by the National Agency of Geospatial Intelligence of the Government of the United States, located in Springfield, Virginia, which describes in detail all the particularities concerning the conditions that we will find when approaching by sea to the southernmost continent.

Regarding the content that refers to the Arctic, the main source used comes from the Coast Guard service of the Federal Government of Canada, from which the necessary information has been extracted to explain the guidelines to recommend safe navigation in icy waters and what are the characteristics of the ships dedicated to facilitate the passage through the ice.

For the development on the history of explorations and the future of maritime trade in polar areas many documents have been analyzed, including the Arctic Marine Shipping Assessment (AMSA) documents prepared by the Working Group for the Protection of the Arctic Environment (PAME) and also of the Antarctic Treaty Consultative Meeting (ATCM) and the Southern Ocean



Coalition Antarctic Coalition), formed by 15 non-governmental organizations interested in the protection of the Antarctic, in addition to the documents already mentioned above.

Finally, to explain what the Polar Code consists of, different documents and resolutions of the Maritime Safety Committee (MSC) and the Marine Environment Protection Committee (MEPC), from the International Maritime Organization have been analyzed, which are available on its website.

Therefore, taking into account the special conditions of the polar areas, which vulnerability and susceptibility to changes will have an important impact on the development of human life in the rest of the planet and on the costs and efficiency of navigation, we can visualize how, in the coming decades, polar navigation, especially in the Arctic, will become one of the world key points of international maritime trade and environmentalism.



Índice

SUMARIO.....	1
ABSTRACT.....	3
Índice.....	5
Lista de ilustraciones	9
Lista de tablas.....	9
1. INTRODUCCIÓN	6
2. LA METEOROLOGÍA EN LOS POLOS.....	7
2.1 Introducción	7
2.2 El Océano Ártico.....	8
2.2.1 Temperatura del aire.....	9
2.2.2 Sistemas frontales.....	11
2.2.3 Precipitaciones.....	12
2.2.4 Niebla	13
2.2.5 Corrientes Árticas.....	14
2.2.6 Longitud del día	15
2.2.7 Fenómenos extraños	16
2.3 El océano antártico.....	17
2.3.2 Temperatura del aire.....	18
2.3.3 Sistemas frontales.....	19
2.3.4 Patrones del viento.....	20
2.3.5 Comportamiento atmosférico del Antártico en verano	20
2.3.6 Comportamiento atmosférico en invierno	23
3. NAVEGACIÓN SOBRE HIELO.....	25
3.1 Tipos de hielo	25
3.2 Maniobras en aguas heladas	29
3.2.1 Antes de entrar en el hielo.....	29
3.2.2 Después de entrar en el hielo.....	30



3.2.3 Virar en el hielo.....	30
3.2.4 Dar atrás en aguas heladas.....	31
3.2.5 Navegar cerca de icebergs.....	32
3.2.6 Atracar	33
3.3 Navegación escoltada por buques rompehielos.....	34
3.4 Prevención de riesgos en el hielo.....	36
3.4.1 Varar en el hielo	36
3.4.2 Liberar un barco varado en el hielo.....	36
3.4.3 Congelamiento de las superestructuras.....	37
4. BUQUES ROMPEHIELOS.....	39
4.1 Función.....	39
4.2 Clasificación.....	39
4.3 Requisitos que deben cumplir los barcos que trabajen en el hielo.....	40
4.3.1 Resistencia.....	40
4.3.2 Maniobrabilidad	41
4.3.3 Sistemas de mejora del buque.....	41
4.3.4 Equipos de ayuda a la navegación.....	42
4.3.4.1 Cartas Náuticas.....	42
4.3.4.2 Compás Magnético	45
4.3.4.3 Sondas.....	46
4.3.4.4 Radar	46
4.3.4.5 GPS.....	46
4.3.4.6 Radio.....	46
4.3.4.7 Inmarsat	47
4.3.4.8 Iridium	47
4.4 Consideraciones respecto a la tripulación	47
5 EL COMERCIO MARÍTIMO EN LAS RUTAS POLARES.....	48
5.1 Historia del océano Ártico	48



5.2 Rutas de navegación internacional	48
5.2.1 La Ruta del Mar del Norte (Northern Sea Route).....	50
5.2.2 El Pasaje del Noroeste (Northwest Passage)	52
5.2.3 La Ruta Marítima Transpolar (Transpolar Sea Route).....	52
5.2.4 El Puente Ártico (The Arctic Bridge)	53
5.3 El tráfico en el Ártico	54
5.4 Recursos energéticos	57
5.4.1 Petróleo y gas.....	57
5.5 Historia del Antártico.....	59
5.5.1 Lista de marinos y exploradores que transitaron el Antártico	61
5.5.2 El tratado Ántartico.....	62
6 EL CÓDIGO POLAR	63
6.1 Orígenes.....	63
6.2 Ámbito de aplicación.....	67
6.3 Medidas de Seguridad.....	69
6.3.1 Estructura general de la Parte A.....	69
6.3.1.1 Certificado e inspecciones.....	70
6.3.1.2 Estándares de desempeño.....	71
6.3.1.2 Evaluación operacional.....	71
6.3.2 Manual Operacional en Aguas Polares	71
6.3.3 Estructuras.....	73
6.3.4 Subdivisión y Estabilidad	73
6.3.5 Estanqueidad al agua y a las condiciones meteorológicas	75
6.3.6 Maquinaria	75
6.3.7 Sistemas Contraincendios	76
6.3.8 Sistemas de Salvamento	77
6.3.9 Seguridad de la Navegación.....	78
6.3.10 Comunicaciones	79

6.3.11 Planificació del viatge.....	79
6.3.12 Dotació i formació de la tripulació.....	80
6.4 Medidas de Prevención de la Contaminación	80
6.4.1 Prevención de la contaminación por hidrocarburos	81
6.4.2 Control de la contaminación por sustancias líquidas nocivas a granel	81
6.4.3 Prevención de la contaminación por aguas residuales.....	82
6.4.4 Prevención de la contaminación por descarga de basuras.....	83
7. CONCLUSIONES.....	85
BIBLIOGRAFÍA	86



Lista de ilustraciones

Ilustración I: Mapa geográfico del Océano Ártico. Fuente: toursmaps.com	8
Ilustración II: Isoterma del Ártico en verano. Fuente: arcticportal.org.....	10
Ilustración III: Circulación Atmosférica. Fuente: wikipedia.org.....	12
Ilustración IV: Corrientes Marítimas del Ártico. Fuente: nsidc.org	15
Ilustración V: Mapa geográfico del Antártico. Fuente: researchgate.net.....	18
Ilustración VI: Hielo Nilas. Fuente: pinterest.com.....	26
Ilustración VII: Hielo del primer año. Fuente: www.utsa.edu.....	27
Ilustración VIII: Hielo de múltiples años. Fuente: oceanservice.noaa.gov	28
Ilustración IX: Iceberg. Fuente: concepto.de.....	29
Ilustración X: Peligro al virar en aguas heladas. Fuente: www.ccg-gcc.gc.ca.....	31
Ilustración XI: Dar atrás en aguas heladas con el timón a la vía. Fuente: www.ccg-gcc.gc.ca.....	32
Ilustración XII: Capear un iceberg a barlovento. Fuente: www.ccg-gcc.gc.ca....	33
Ilustración XIII: Atracar con una línea spring. Fuente: www.ccg-gcc.gc.ca	34
Ilustración XIV: Distancia de seguridad establecida por el capitán del buque rompehielos. Fuente: www.ccg-gcc.gc.ca.....	35
Ilustración XV: Congelamiento del castillo de proa. Fuente: www.ccg-gcc.gc.ca	37
Ilustración XVI: Proyección Conforme de Lambert. Fuente: wikiwand.com	43
Ilustración XVII: Proyección policónica. Fuente: wikiwand.com	44
Ilustración XVIII: Proyección estereográfica polar. Fuente: www.isndf.com.ar..	45
Ilustración XIX: Rutas de navegación por el Ártico. Fuente: transportgeography.org.....	50
Ilustración XX: Extensión máxima de aplicación del Código Polar en el Ártico. Fuente: www.asoc.org.....	68
Ilustración XXI: Extensión máxima de aplicación del Código Polar en el Antártico. Fuente: www.asoc.org.....	68

Lista de tablas

Tabla 1: Clases polares según el Código Polar. Fuente: www.dnvgl.com.....	69
---	----



1. INTRODUCCIÓN

El propósito de este TFG es estudiar las componentes relativas a la navegación en las regiones polares, el Antártico y el Ártico, entender sus características principales y la meteorología e informar sobre su situación actual y como navegar en las aguas polares de forma segura.

La motivación para escoger este tema resultó, principalmente, de leer historias y ver documentales sobre las primeras exploraciones polares llevadas a cabo cientos de años atrás. Por otro lado, creo que este tipo de información puede ayudar a los estudiantes de la Facultad de Náutica de Barcelona a expandir sus perspectivas de futuro y, en consecuencia, a tener más opciones para elegir en el desarrollo de su carrera profesional.

También, debido al cambio climático, las rutas de transporte marítimo a lo largo de las regiones polares, especialmente en Ártico, están abriéndose, lo que significa que el comercio marítimo internacional entre el continente Americano, Europeo y Asiático va a expandirse. Hoy en día la mayoría de los viajes desde el este de Asia a Europa navegan a través del Canal de Suez, mientras que las travesías a la costa atlántica estadounidense navegan a través del Canal de Panamá. Sin embargo, las singladuras desde el este de Asia hasta Europa a través del Ártico son, normalmente, un 40% más cortas en distancia, reduciendo potencialmente el tiempo de viaje y ahorrando significativamente en combustible y demás costes asociados.

Esto hace que la navegación polar sea un tema que, aunque pueda pasar desapercibido a la vida cotidiana, posee un enorme potencial comercial para el futuro.

2. LA METEOROLOGÍA EN LOS POLOS.

2.1 Introducción

Las regiones polares, el Ártico y el Antártico, gozan de un tiempo y clima extremos que interactúan con la atmósfera, el océano, las aguas heladas, los glaciares y el hielo terrestre de manera que afectan al clima en todo el globo terráqueo. Históricamente, las personas han explorado y explotado los extensos recursos naturales del Ártico y ha estado habitado durante miles de años por gente que se ha adaptado a sus condiciones extremas. También ha sido también el foco de las defensas nacionales, la Guerra Fría y de reclamaciones conflictivas de acceso al territorio por el interés en la explotación de sus recursos naturales. En el Antártico, por otro lado, se estableció una política de protección internacional que limitaba el uso del Antártico a fines científicos y pacíficos y evitaba que cualquier país pudiese reclamar la soberanía sobre cualquier parte del territorio.

El rol principal de las regiones polares respecto al clima global es el de proveer un gran desagüe de calor para contrarrestar la fuente de calor de los trópicos. Los movimientos atmosféricos se inician y se mantienen gracias a los patrones de calentamiento y enfriamiento. Los cambios en estos patrones térmicos, si persisten, pueden alterar los patrones en las circulaciones atmosféricas y hacer que, en retorno, alteren los patrones térmicos. Los patrones térmicos son inducidos por la composición de la atmósfera, por la radiación solar y por las propiedades reflectantes de la superficie de la tierra. Los componentes de la atmósfera, tanto los naturales como los de origen antropogénico, que pueden afectar significativamente a las propiedades radiativas del aire y por consiguiente del clima, incluyen el monóxido de carbono, el vapor de agua y el ozono. El clorofluorometano, el óxido nitroso, el metano y el tetracloruro de carbono también afectan a estas propiedades, pero en una magnitud menor. Las propiedades radiativas de la superficie de la tierra también tienen una fuerte influencia sobre los patrones de calentamiento y enfriamiento, resultando así en los movimientos atmosféricos.

2.2 El Océano Ártico

El Océano Ártico está situado dentro del círculo polar ártico, al norte de la latitud $66^{\circ} 33' \text{ N}$, en la parte más septentrional del Hemisferio Norte, ocupando una superficie de aproximadamente 14 millones de kilómetros cuadrados y es rodeado por Europa, Asia, América del Norte y Groenlandia. Es un océano que contiene aguas sin hielo y aguas heladas, fosas profundas, zonas poco profundas y estrechas y todo tipo de formaciones de hielo junto con las condiciones atmosféricas más extremas en una localización completamente aislada. El océano Ártico se divide en cinco mares mayores: el Barents, el Kara, el Laptev, Siberia Oriental y el Chukchi.



Ilustración I: Mapa geográfico del Océano Ártico. Fuente: toursmaps.com

En la parte oriental del Océano Ártico, podemos encontrar el pasaje del Noreste junto a la Península Escandinava y la Siberiana, conectando el océano Atlántico con el Pacífico siendo el área más favorable para la navegación a causa del deshielo y en la parte oeste podemos encontrar el pasaje conectando de nuevo los dos principales océanos a través del archipiélago Canadiense, cuyas rutas están repletas de estrechos, islas y canales que cuentan con la presencia de aguas heladas.

2.2.1 Temperatura del aire

Una característica que define el entorno del ártico y se utiliza a menudo es la línea isoterma de 10 grados centígrados en julio. Esta isoterma marca el límite sur del Ártico donde la temperatura la temperatura mensual media en Julio es menor de 10°C. Esta isoterma también corresponde al límite norte. Debido a la mezcla de las masas de tierra, agua y hielo en las latitudes más altas la isoterma se desplaza hacia el norte sobre el Círculo Polar Ártico en todo Eurasia, pero es en la parte sur del Círculo Ártico en la mayoría del este y del sur de Canadá,, al sur de Groenlandia y las Islas Aleutianas. Por ejemplo, la temperatura media mensual en julio en Honningsv.g, Noruega (latitud 70°58'N) es de 10,3°C; en Murmansk, Rusia (latitud 68° 58'N) es de 13,4°C. Sin embargo, en Inukjuak, Quebec, Canada, en el lado este de la Bahía Hudson (58° 27'N) la temperatura media en julio es de solo 9,4°C; en Paamiut, en la costa Groenlandia oeste (62°00'N) es de 5,5°C.



Il·lustració II: Isotherma del Àrtico en verano. Fuente: arcticportal.org

En enero, las temperaturas medias en los alrededores del Círculo Ártico están bajo cero, variando desde los -5°C a lo largo de la costa norte de Noruega hasta los -35°C en el centro de Groenlandia, la parte norte del archipiélago Canadiense y en el norte de Siberia.

La temperatura media en enero en el polo Norte ronda aproximadamente entre -30°C y -35°C ; sin embargo, esto es difícil de saber teniendo en cuenta que no existe ninguna estación meteorológica en el Polo. Sobre prácticamente todo el Océano Ártico las temperaturas medias en invierno no son tan frías como lo son en las masas continentales en Siberia, Alaska y Canadá.

2.2.2 Sistemas frontales

Uno de los factores que explican los patrones climáticos y los acontecimientos atmosféricos anuales en el Ártico es la distribución de sistemas de alta y baja presión. En invierno se sitúan dos depresiones semipermanentes en la región: uno sobre Islandia y el Atlántico Norte extendiéndose hacia el interior del Mar de Barents y la otra se establece sobre Siberia y el Yukon en Canadá. Las diferencias de presión traen consigo tormentas ciclónicas intensas que se desplazan, generalmente, de oeste a este. En verano, los centros de baja presión se debilitan, desaparece el anticiclón Siberiano y el anticiclón Canadiense se desplaza al norte del Archipiélago Canadiense. Como resultado, los gradientes de presión son menores y la actividad ciclónica decae, proveyendo un ambiente marino adecuado para llevar a cabo viajes y operaciones regionales.

Durante octubre, la configuración de invierno empieza a tener efecto y las tormentas aumentan mientras las temperaturas disminuyen. Una vez más, la estacionalidad del medio ambiente polar, en este caso los patrones climáticos anuales sobre el Océano Ártico, es un aspecto crítico y estratégico para el planteamiento a corto y largo plazo de sistemas de transporte por toda la cuenca Ártica.

El frente polar se forma cuando el aire tropical caliente se encuentra con el aire polar frío y crea los sistemas de baja presión alrededor de los 75º de latitud norte.

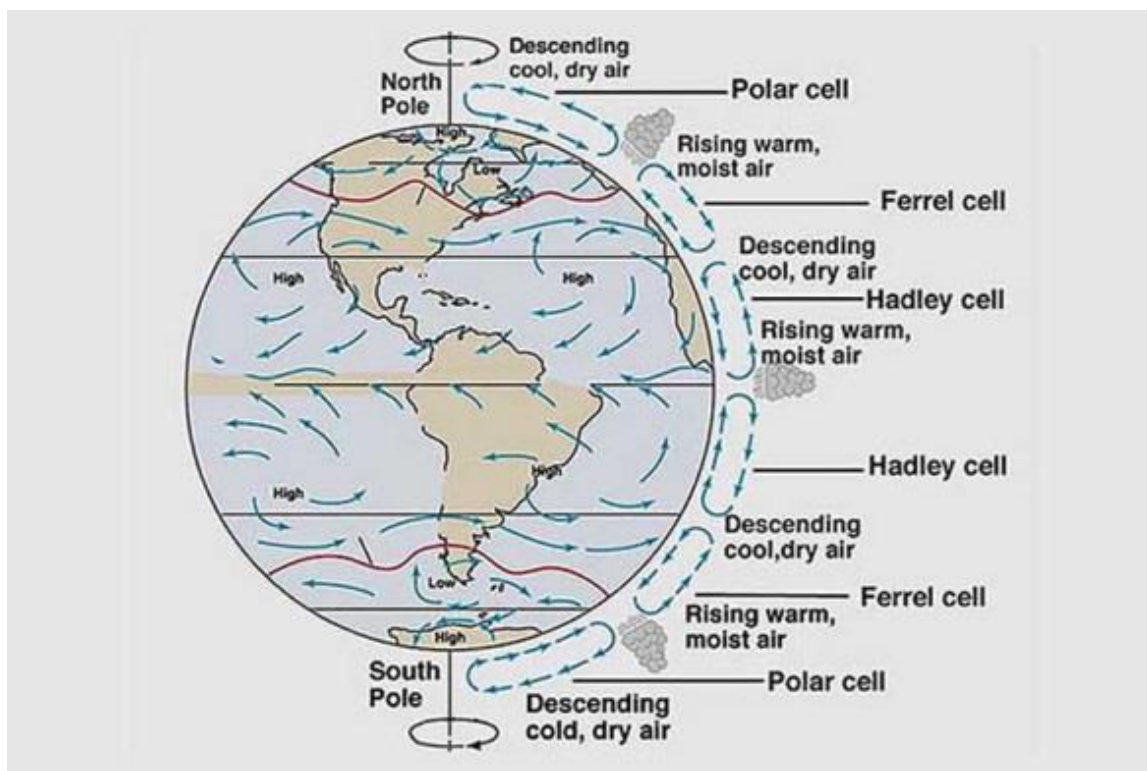


Ilustración III: Circulación Atmosférica. Fuente: wikipedia.org

El frente ártico se forma a partir de una masa de aire polar cálido que colisiona con una masa de aire ártico frío. No es tan fuerte como los frentes polares.

Tras años de estudio del clima en la zona se han podido concretar diversos patrones de altas y bajas presiones. Como es normal, los nombres de estos patrones se refieren a su localización y son: La Baja Aleutiana, la Alta Siberiana, la Baja Islándica y la Alta del Mar de Beaufort.

2.2.3 Precipitaciones

Las precipitaciones, en general, son suaves en el Ártico, siendo menores de 250 milímetros (250 litros por metro cuadrado) por año. Solamente en las regiones costeras expuestas en el sur de la Isla de Baffin, el oeste de Groenlandia y el norte de Escandinavia sufren precipitaciones mayores de las que se producen regularmente en el resto del territorio. El componente principal de las precipitaciones en el Ártico central y en el alto es la nieve, pero se trata de unas precipitaciones leves, a menos de 25 mm por año. Aunque suave, la nieve tiende

a ser arrastrada por todas las regiones y se acumula en curvas y en estructuras. Siendo así, en un ambiente marino la nieve desplazada se acumula en los cantos de las placas de hielo flotantes creando barreras adicionales a la navegación cotidiana. En verano, casi toda la nieve desaparece en todas las zonas, excepto en las zonas glaciares.

2.2.4 Niebla

La niebla es la mayor causa de poca visibilidad en el mar. Es particularmente común en la Bahía de Baffin en primavera y verano y en el Gran Banco de Terranova prácticamente todo el año. La niebla marina o niebla de advección se forma cuando el aire húmedo y cálido se desplaza sobre un agua de mar más fría. A medida que el aire se enfría por debajo de su punto de saturación, el exceso de humedad se condensa para convertirse en niebla. Este tipo de niebla puede cubrir grandes superficies y permanecer durante largos períodos, aún encontrándose en una zona con vientos, ya que siempre existe un suministro de aire cálido y húmedo disponible.

Un segundo tipo de niebla, llamada niebla de evaporación, se forma cuando el aire frío se desplaza sobre un mar más cálido. En este caso la humedad se evapora de la superficie del mar y satura el aire. Como el aire es frío, el exceso de humedad se condensa en forma de niebla. Durante el verano, la niebla se suele desarrollar sobre placas de hielo o aguas heladas. Se supone que esta niebla se forma cuando el agua que se deshace del hielo se calienta, satura el aire y se condensa creándola.

La nieve arrastrada por el viento es una importante contribución a la reducción de la visibilidad en los meses de invierno. Además de la fuerza del viento, el tiempo sucedido desde la última nevada afecta a la cantidad y a la duración de la nieve arrastrada por el viento. La nieve se compacta con el tiempo y, como resultado, cuánto mayor es el intervalo entre las nevadas y los acontecimientos de mucho viento menos improbable será que haya cantidades significativas de ventiscas.

Encontrarse niebla en una travesía por aguas heladas es más que común. Algunos capitanes hechos a la zona aseguran haber realizado navegaciones en las

que más del 50% del tiempo navegaron con niebla. Al tener en cuenta que las aguas pueden contener icebergs, navegar en estas condiciones requiere una mayor atención debido al peligro que evoca.

2.2.5 Corrientes Árticas

El océano ártico tiene dos corrientes principales:

El giro de Beaufort, donde la dirección se mantiene en el sentido de las agujas del reloj en todo su mar. Es importante que se conozca porque cualquier formación de hielo que esté a la deriva por esta zona permanecerá en ella.

La corriente transpolar va desde la costa de Rusia pasando por el medio del Mar Ártico, hasta llegar al extremo noreste de Groenlandia, donde se convierte en la corriente del este y del oeste de Groenlandia, más conocida como la corriente del Labrador. Ambas corrientes que rodean la masa de tierra son muy frías.

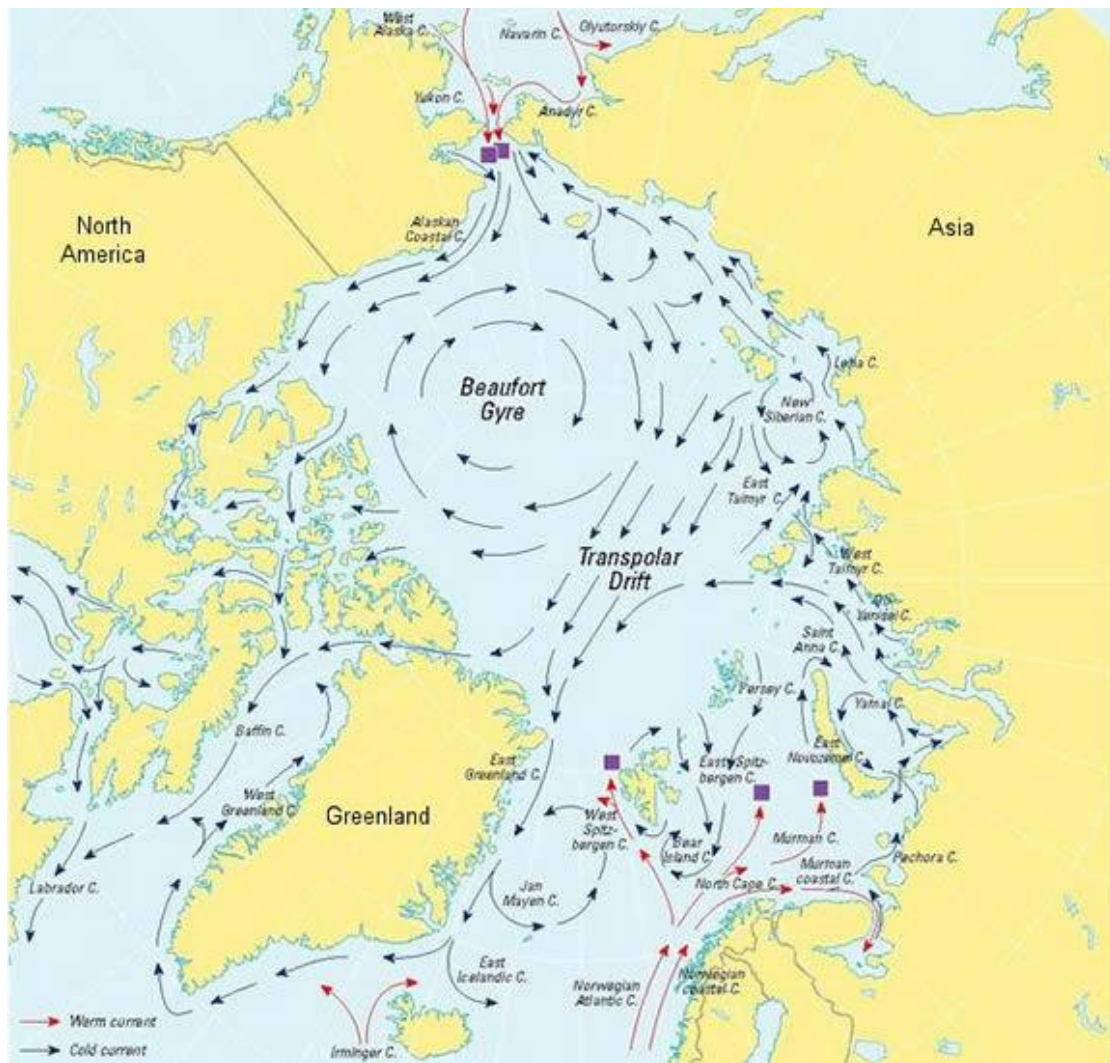


Ilustración IV: Corrientes Marítimas del Ártico. Fuente: nsidc.org

2.2.6 Longitud del día

Una de las condiciones que más afectan a los marineros es la variabilidad en las horas de luz disponibles a lo largo del año. Durante el periodo del verano podemos encontrar hasta 6 semanas con luz solar continuada, lo que facilita la navegación por una zona tan complicada como esta, pudiendo mantener una vigilancia visual efectiva en todo momento. Por el contrario, las noches largas en invierno producen el efecto contrario en lo que se refiere a la seguridad en navegación. Las tripulaciones que conviven con este clima tienen que aprender y adaptarse a vivir en estas condiciones.

2.2.7 Fenómenos extraños

El Ártico es famoso por sus múltiples y extraños fenómenos y todos ellos están incluidos en la siguiente lista. La mayoría de estos son un regalo para los ojos de los marinos pero otros pueden resultar un peligro para la navegación y su seguridad.

La aurora Boreal: es un proceso físico en el que protones y electrones de los vientos solares entran en contacto con el oxígeno y nitrógeno presente en la atmósfera de la tierra y forman diversos colores que se reflejan en el cielo. Es un fenómeno común en las noches claras y frías.

- Fenómenos acústicos: Se trata de la superrefracción de las ondas de sonido en una masa de aire frío. A veces se pueden llegar a escuchar conversaciones desde más de 3 millas de distancia.
- Fog Bow (Arcoíris en niebla): Cuando la luz atraviesa una masa de niebla, se crea un arco parecido al arco iris, solo que no se pueden percibir los colores ya que las gotas de niebla son demasiado pequeñas.
- Pink out: Cuando el tiempo está calmado y con niebla y el sol está bajo, se crea una coloración rosada de la niebla.
- Coronas: Se trata de un anillo de luz alrededor del sol o de la luna, que aparece cuando la luz se defleca por las nubes o por la niebla.
- Water sky: esta situación se refiere a cuando la parte inferior de la nube está oscura e indica que existen aguas abiertas en las proximidades.

- Iceblink: es el efecto contrario al “water sky”, cuando la parte inferior de la nube es blanca y brillante.
- Kaneleor Mini Tsunami: Se causa cuando una gran parte de hielo se separa de un iceberg causando una gran ola en aguas normalmente tranquilas.
- Espejismos: Así como las ondas de sonido, las ondas de luz también son afectadas por la refracción creando un efecto de espejo permitiendo observar barcos u otros objetos más allá del horizonte.

2.3 El océano antártico

El Antártico es una de las regiones más frías en el mundo con una temperatura mínima registrada de $-86,9^{\circ}\text{C}$. La influencia continental es realizada por su tamaño y altitud y, junto con una mínima cantidad de luz solar y máximo enfriamiento por radiación, produce inviernos extremadamente fríos. Estas condiciones severas se temperan en la costa y en el mar por la gran cantidad de océano relativamente caliente que rodea el continente Antártico.



Ilustración V: Mapa geográfico del Antártico. Fuente: researchgate.net

2.3.2 Temperatura del aire

En las zonas costeras las temperaturas varían de los 0º centígrados en verano a los -30ºC o menos en invierno. La península Antártica, en concreto la costa noroeste y las islas del Arco de las Antillas Australes, tienen un invierno más suave, con temperaturas alrededor de los 10ºC. Las principales temperaturas del

centro del continente son mucho más frías, yendo desde los -40°C en verano a los -70°C en invierno. Estas temperaturas extremadamente bajas resultan de la pérdida de calor por radiación derivada de la capa de nieve que cubre el suelo. La temperatura aumenta considerablemente solo a unos metros de altura sobre el suelo.

Las zonas costeras pueden ser tormentosas, por lo general. Las condiciones para que se produzca una tormenta se asocian con los centros ciclónicos o las depresiones, que se crean habitualmente alrededor del continente entre los 60°S y los 70°S . La componente sur de estas tormentas puede penetrar en las zonas costeras, provocando fuertes vientos y nevadas importantes.

2.3.3 Sistemas frontales

Los límites entre la masa de aire polar continental y la masa de aire polar marítima representan áreas de tormentas intensas y frecuentes a lo largo del año. La mayoría de estas tormentas se forman al norte de los 70°S y rodean el continente de oeste a este. Las bajas presiones formadas sobre el frente polar tienden a moverse en dirección Sureste hacia el continente. Algunas penetran en el interior, mientras otras acaban en el mar de Ross y en el mar de Weddell, donde se disipan. Algunas tienden a estancarse en el mar de Bellingshausen donde los vientos Noreste resultantes proveen un clima más moderado que en el lado Este de la península Antártica.

Las tormentas de estas regiones son parecidas a las que se suceden en hemisferio norte, excepto en que estas últimas el viento gira en el sentido contrario al de las agujas del reloj hacia el centro. El contraste entre la temperatura de las masas de aire y la distribución sencilla de la tierra y del mar hace que los cambios en los frentes y en el clima sean distintos que en las latitudes Norte. Esto es realmente verídico con los frentes fríos. Además, el movimiento tempestuoso es más constante, más rápido y menos errático que en el hemisferio norte. La velocidad media de estos sistemas va desde los 20 nudos en verano a los más de 30 nudos en invierno. La regularidad de estos movimientos hace que los buques en dirección Este puedan permanecer en un área de buen o mal clima

si su velocidad coincide con la velocidad de estos anticiclones y de las depresiones. Los buques que van hacia el Oeste normalmente encuentran una serie de alteraciones. Estas tormentas suelen ocurrir cada 3 o 5 días. Las primeras indicaciones de su acercamiento es a menudo la observación de una superficie nubosa de Cirrus o Altocúmulos a una distancia de entre 100 y 200 millas en dirección al horizonte Oeste. Varias horas más tarde, el barómetro empieza a caer y la niebla empieza a llenar gradualmente el ambiente reduciendo la visibilidad a unas pocas millas. Aproximadamente 8 horas después del primer Cirrus, se forma una superficie de estratos, quedando el cielo encapotado en pocas horas. El paso de la baja presión se indica mediante el ascenso de presión y el aumento de los vientos del cuadrante Oeste.

En adición a los intensos sistemas de bajas presiones y sus frentes asociados, se crean canales de frentes frontales fríos que se extienden cientos de millas hacia el Norte y el Noroeste. Los cambios repentinos y violentos que suceden durante el pasaje Este pueden crear problemas para los buques.

2.3.4 Patrones del viento

Los vientos catabáticos o vientos de gravedad ocurren cuando el aire frío y denso fluye por una ladera desde las partes altas del interior del continente. Estos vientos pueden ser extremadamente intensos y con el paso de las tormentas ciclónicas, las condiciones para que se produzcan desde el continente, son ensalzadas, particularmente a lo largo de la costa este de la península Antártica y a lo largo de la mayor parte de la costa del este Antártico. Éstos suelen permanecer durante todo el año, entre pasos de tormentas ciclónicas. Son más frecuentes en invierno y pueden llegar a alcanzar velocidades de hasta 70 nudos durante algunas horas. En verano la frecuencia de las tormentas, catabáticas y ciclónicas, se reduce considerablemente, pero no del todo.

2.3.5 Comportamiento atmosférico del Antártico en verano

Siendo que casi el 85 por ciento del hielo marino se deshace durante el verano, que va desde octubre a marzo, la navegación es mucho menos restrictiva, en particular entre diciembre y marzo. Sin embargo, el tiempo sigue siendo un

peligro para los navegantes. Durante septiembre y octubre, cuando la capa de hielo alcanza su posición más septentrional y la diferencia de temperatura entre las masas de aire es la máxima, las tormentas se vuelven más frecuentes e intensas. Al sur de los 60°S son habituales de 2 a 6 tormentas al mes. Para la mitad del verano la frecuencia normalmente se reduce a la mitad. Los efectos de estas tormentas son mayores a lo largo de las partes norte de las rutas.

A través del pasaje de Drake, donde se produce una actividad tormentosa extratropical frecuentemente a principios de verano, los temporales se encuentran el 20 por ciento del tiempo. Esta frecuencia disminuye al 15% y menos a partir de la mitad del verano, a medida que la actividad tormentosa disminuye. Las peores condiciones se dan en la parte oeste del pasaje donde los vientos del suroeste hasta el noroeste soplan a una media de 20 nudos durante toda la estación. Estos vientos son los responsables de las olas de 3 metros de altura o más, las cuales son vistas del 20 al 35 por ciento del tiempo incluso a mitad del verano. Éstas son vistas más del 50% del tiempo durante octubre.

Bajo los cielos más nublados la visibilidad se mantiene buena excepto en caso de precipitación, que ocurre sobre el 30 y 40 por ciento del tiempo. Las nevadas y las nieblas frontales pueden hacer decrecer la visibilidad a menos de media milla, pero esto es poco común. Las nevadas son más comunes a principios de la estación y hacia el sur. Las temperaturas rondan alrededor de 0°C en estas aguas mientras que en cercanías al Cabo de Hornos varían desde los 4,4° a los 8,9°C. Las temperaturas más altas están registradas en enero y en febrero.

Las rutas que se acercan al Antártico desde el océano Atlántico normalmente encuentran las condiciones más duras. Los vientos del suroeste al noroeste son responsables de los temporales que azotan del 10 al 20 por ciento del tiempo incluso a mitad del verano. La frecuencia de estos temporales, en general, decrece cuando se incrementa la latitud. Estos temporales son más habituales al norte de los 55°S desde la isla de Georgia del Sur y el este hasta la parte oeste del área del océano Índico. Cerca de los 60°S, los temporales del noreste se vuelven habituales hacia la mitad del verano, como la niebla también habitual en el mismo periodo cuando la visibilidad decrece a menos de 5 millas entre el 40 y el 60% del tiempo y menos de 0,5 millas entre el 10 y el 20% del tiempo.

Las precipitaciones, así como la niebla, restringe la visibilidad. Las precipitaciones son más habituales a lo largo de la parte norte de las rutas, encontrándolas alrededor del 30 al 40% del tiempo. Éstas toman forma de nieve aproximadamente la mitad de las precipitaciones observadas. Las nevadas son típicas al S de los 60°S donde las temperaturas medias van de los -2,2° a los 0°C.

Las rutas desde el Océano Índico normalmente se enfrentan a condiciones menos hostiles que las que encontramos en la región Atlántica. Al S del cabo de Buena Esperanza, los temporales suceden del 20 al 30 por ciento del tiempo, mientras la actividad tormentosa permanece frecuente, pero hacia el este de los 060°E en la mitad del verano, la frecuencia baja al 5 por ciento o menos. Los vientos desde el SO hasta el NO son comunes en todas las zonas cercanas a los 60°S. Al sur, los vientos del este son habituales, pero no fuertes. La niebla y la lluvia reducen la visibilidad en verano a menos de 5 millas alrededor del 40 por ciento del tiempo. A lo largo del paralelo 60°S, existen áreas muy aisladas en las que la visibilidad cae por debajo de la media milla hasta casi el 20 por ciento del tiempo. Las precipitaciones suceden aproximadamente del 30 al 40 por ciento del tiempo y las nevadas forman entre el 15 y el 20 por ciento de las precipitaciones observadas. Esto se refleja en las temperaturas las cuales descienden por debajo de los 0°C alrededor de los 60°S.

Los vientos desde el suroeste hasta el noroeste también prevalecen cuando entran las aguas contiguas del Océano Pacífico donde la actividad extra-tropical es la mínima en verano. Los temporales se encuentran entre el 5 y el 10 por ciento del tiempo. Al sur de los 60°S los vientos son más débiles y variables y la visibilidad decrece a menos de 5 millas alrededor del 20 al 40 por ciento del tiempo. Las temperaturas cercanas al norte de esta región, que van desde los 7,8° a los 11,1°C de media, decrecen a una media de 1,7°C al S de los 60°S. Esto se refleja en la frecuencia de las nevadas que corresponden a la mitad de todas las observaciones a estas latitudes. Las precipitaciones se encuentran alrededor del 30 al 40 por ciento del tiempo.

A lo largo de las rutas circumpolares cercanas al 60°S existe una variación de condiciones climáticas. Mientras los vientos del oeste predominan, estas rutas son cercanas al área de transición y las velocidades son generalmente más lentas que esas más al norte. Los vientos del este están presentes también en ocasiones. Los temporales se encuentran solamente el 5 por ciento del tiempo y la

frecuencia de visibilidad siendo menor de 5 millas va desde el 20 por ciento del tiempo en el lado Océano Pacífico al 40 por ciento en otras partes. La visibilidad decrece a menos de media milla entre el 5 y el 10 por ciento del tiempo y ocasionalmente el 20 por ciento dándose al norte de “Queen Maud Land” a mediados del verano. Las temperaturas rondan de los 5º a los 7ºC en el lado del Pacífico y de los -2º a los 0,5ºC en el lado Atlántico. Esto se relaciona directamente con la variación en frecuencia de las nevadas que pasa de ser la mitad de las precipitaciones al sur del Atlántico a la décima parte al sur del Pacífico. En general, estas precipitaciones ocurren del 30 al 40 por ciento del tiempo en estas rutas.

2.3.6 Comportamiento atmosférico en invierno

La mayor parte de las navegaciones de invierno están restringidas a los mares alrededor y al norte de los 60ºS debido al hielo. A lo largo de las rutas que rodean el continente sobre los 55º S, el viento sopla sobre todo desde el SO hasta el NO. Son más intensos al principio y al final de la estación cuando los temporales se encuentran entre el 20 y el 30 por ciento del tiempo en el pasaje de Drake y en las aguas al S del Atlántico. En otras partes, a lo largo de estas rutas, los temporales se encuentran tan solo de un 10 a un 20 por ciento del tiempo. A mediados del invierno, los temporales son menos frecuentes, pero todavía se pueden esperar aproximadamente un 20 por ciento del tiempo en el pasaje de Drake.

La visibilidad es normalmente buena, excepto cuando llueve. Ésta es mejor a lo largo de las partes de las rutas al sur del Océano Pacífico y del Océano Índico y es peor al sur del Océano Atlántico y del Pasaje de Drake, alejado del Cabo de Buena Esperanza. En general la visibilidad decrece a menos de 5 millas sobre el 20 y el 40 por ciento del tiempo. A veces la niebla o la nieve puede reducir la visibilidad a menos de media milla. Esto es más susceptible de ocurrir al sur del Océano Atlántico, donde la frecuencia es de un 10%.

De media, las temperaturas son las más frías y las menos variables a la mitad del invierno cuando se está cerca de la congelación en todas partes de estas

rutas excepto en el área del Pacífico donde la temperatura media es unos grados más cálida. Al principio y al final de la estación, las temperaturas permanecen alrededor de los 0°C o incluso más bajas, al sur del Atlántico. Sin embargo, éstas pueden ser algunos grados más cálidas en otras partes. Esta propagación de la temperatura es también un indicativo de la distribución de las nevadas. En general, las precipitaciones suceden del 40 al 50% del tiempo a lo largo de estas rutas con muy poca variación estacional. No obstante, en el pasaje de Drake, las precipitaciones ocurren en forma de nieve un 25% del tiempo. Al sur del Atlántico, durante la mitad y final del invierno, las nevadas suceden un 30 por ciento de todas las observaciones en precipitaciones. Al sur del Océano Índico y del Océano Pacífico, esta frecuencia decrece aproximadamente al 10 por ciento.

3. NAVEGACIÓN SOBRE HIELO

Siempre que se navega en aguas heladas existe un riesgo añadido y por esa razón es necesario planear la travesía con mayor precaución que con un viaje normal. Es muy importante que la tripulación tenga un buen entrenamiento sobre cómo se comporta el hielo, los efectos de las bajas temperaturas en los trabajadores, los posibles contratiempos en las comunicaciones, la meteorología polar, la terminología y detección del hielo para así poder garantizar una navegación segura en este tipo de aguas.

El factor más importante a tener en cuenta para lograr una navegación exitosa es el mantener la libertad de maniobra y así evitar quedar atrapado, cosa que requiere mucha paciencia.

En zonas donde existe una alta concentración de hielo, existen cuatro normas empíricas para salvaguardar la navegación, que serían las siguientes:

- Mantener el movimiento, aun siendo la velocidad lenta.
- Intentar moverse aprovechando los movimientos del hielo, nunca contra él.
- Nunca navegar a una gran velocidad.
- Conocer las características técnicas de maniobra del propio buque.

3.1 Tipos de hielo

Hay distintos tipos de hielo que pueden ser distinguidos en base al lugar de origen y el punto de desarrollo en el que se encuentran. Los principales tipos de hielo flotante son:

- Hielo de los lagos y de ríos, formados por el congelamiento de agua dulce
- Hielo marino, formado por la congelación del agua de mar

- Hielo glaciario, formado en tierra o como una capa de hielo de la acumulación y re-cristalización de la nieve.

El tipo de hielo de los lagos se identifica por ser nuevo, delgado, medio, grueso, o muy grueso, en base a su etapa de desarrollo. El hielo de lago recién formado tiene un grosor menor de 5 cm. El hielo delgado, medio y grueso varían, de los 5-15 centímetros, 15-30 centímetros y 30-70 centímetros, respectivamente, mientras que el hielo grueso de lago mide más de 70 centímetros de grosor.

El hielo marino se categoriza como hielo nuevo, hielo joven, hielo del primer año y hielo viejo. El hielo nuevo es de formación reciente y se compone de cristales de hielo unidos débilmente entre ellos y a medida que se desarrolla se va formando una fina costra sobre el océano llamada Nilas.



Ilustración VI: Hielo Nilas. Fuente: [pinterest.com](https://www.pinterest.com)

El hielo joven representa la etapa de transición entre el Nilas y el hielo del primer año. El hielo joven varía de los 10 a los 30 centímetros y su color cambia de gris a gris-blancuecino a medida que su grosor aumenta. El hielo del primer año es hielo que no tiene más de un invierno de crecimiento, yendo de los 30 centímetros a los 2 metros de grosor.



Ilustración VII: Hielo del primer año. Fuente: www.utsa.edu

El hielo viejo es aquél que ha sobrevivido un deshielo de verano. Es más grueso todavía pero menos denso que el hielo del primer año y generalmente tiene los contornos y las superficies suavizadas. Se puede dividir en dos categorías: hielo del segundo año o hielo de múltiples años si se conoce la historia del hielo.



Ilustración VIII: Hielo de múltiples años. Fuente: oceanservice.noaa.gov

Finalmente, el hielo marino se distingue en base a su movilidad. El hielo rápido está más o menos fijado a la costa. Se puede mover sutilmente en respuesta a las olas pero a medida que avanza el invierno muestra muy poco movimiento lateral. Por otro lado, los bloques de hielo que van a la deriva, responden fácilmente a los vientos y a las corrientes marinas. Las dinámicas de los bloques de hielo pueden hacer que se creen presiones sobre los mismos, deformando así la capa de hielo presente. Tanto la presión como las deformaciones en el hielo pueden afectar la navegación del buque.

El hielo de origen glaciar incluye icebergs y islas de hielo. Los icebergs son catalogados mediante el tamaño y la forma, con los “growlers” que miden menos de 5 metros de longitud, los “bergy bits” con una longitud que va desde los 5 hasta los 15 metros siendo éstas las piezas de iceberg más pequeñas. Los icebergs más grandes van desde los pequeños, que miden entre 5 y 15 metros sobre el agua y de 15 a 60 metros en longitud, hasta los grandes, que miden más de 75 metros de alto y 200 metros de longitud. En función de la forma, los

icebergs son descritos como, tabulares, abovedados, pinaculados, en forma de cuña y de bloque.



Ilustración IX: Iceberg. Fuente: concepto.de

3.2 Maniobras en aguas heladas

3.2.1 Antes de entrar en el hielo

Para empezar, es necesario comprobar si hay alguna posibilidad de evitar entrar en aguas heladas, aunque la ruta pueda ser más larga y, de ser así, lo más recomendable es escoger esta ruta. Cuando sea imprescindible entrar en el hielo, es importante escoger una ruta que haya sido examinada de forma aérea y por satélite por el MCTS (Marine Communications and Traffic Services), localizando así las zonas donde haya aguas abiertas, o la presencia de icebergs, o hielo bajo presión. Seleccionar el punto de entrada puede ser un desafío interesante, ya que debemos buscar un punto donde la concentración de hielo sea la mínima y entrar a una velocidad reducida pero suficiente y seguir un rumbo lo más perpendicular posible al margen del hielo. Estabilizar el barco apopado puede ser recomendable para proteger las partes más comprometidas del mismo, como la pala del timón o la hélice, pero sin comprometer la estabilidad del barco, ya que puede condicionar la capacidad de maniobra.

3.2.2 Después de entrar en el hielo

Una vez el buque entra en el hielo, hay que tratar de navegar acompañándolo, no en su contra y mantenerse en movimiento, siempre a una velocidad baja. Si existe la opción de volver atrás para navegar en aguas abiertas, es altamente recomendable. Si las condiciones de visibilidad disminuyen, hay que disminuir la velocidad para asegurar la navegación y poder parar si fuera necesario, ya que la posibilidad de sufrir algún daño aumenta bajo estas condiciones. En caso de realizar una parada, la hélice debe mantenerse girando para evitar la formación de hielo alrededor de la popa.

3.2.3 Virar en el hielo

Virar cuando estamos rodeados de hielo es una maniobra compleja que necesita de una gran atención por parte del capitán. Lo más recomendable es intentar hacer esta maniobra en aguas abiertas o en situaciones en las que haya poco hielo. Si es necesario llevarla a cabo en aguas heladas se ha de realizar con el mayor radio posible y en zonas donde no exista un canal de hielo o piscinas de agua entre el mismo, porque el hielo flotante tiende a dirigirse a las zonas de baja presión. Un golpe inesperado con una masa de hielo puede derivar en un choque contra hielo más grueso.

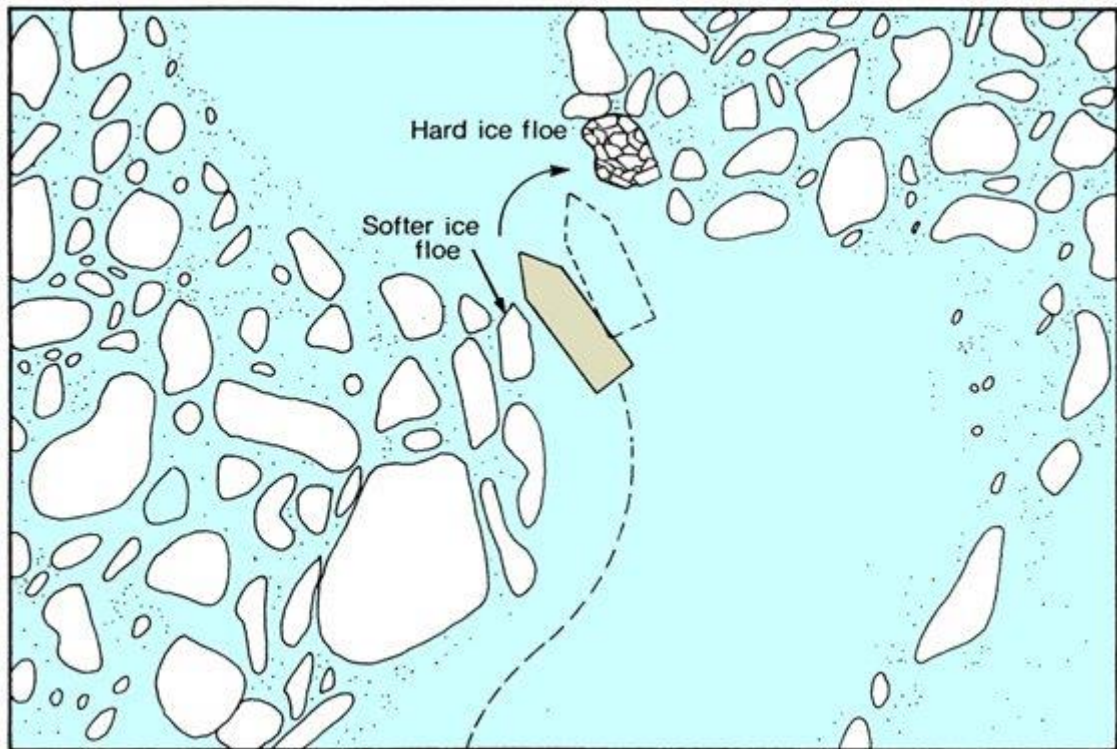


Ilustración X: Peligro al virar en aguas heladas. Fuente: www.ccg-gcc.gc.ca

Para llevar a cabo la virada, en buques con dos propulsores, la mejor opción es poner el timón a la vía y realizarla solamente utilizando los propulsores, porque debido a la fuerza contrarrestante de la pala del timón el buque podría llegar a detenerse.

3.2.4 Dar atrás en aguas heladas

Cuando sea necesario dar atrás, es importante tener en cuenta que hay muchas partes del barco que se exponen de forma vulnerable en esta maniobra. Hay que mantener la pala del timón siempre a la vía. Una técnica clásica utilizada en este tipo de operación es la de romper el hielo a una velocidad baja, dando atrás y, en el momento que el hielo opone una resistencia indeseada, poner la máquina adelante, haciendo que el hielo roto se esparza y aclare el canal por el que se quiere navegar.

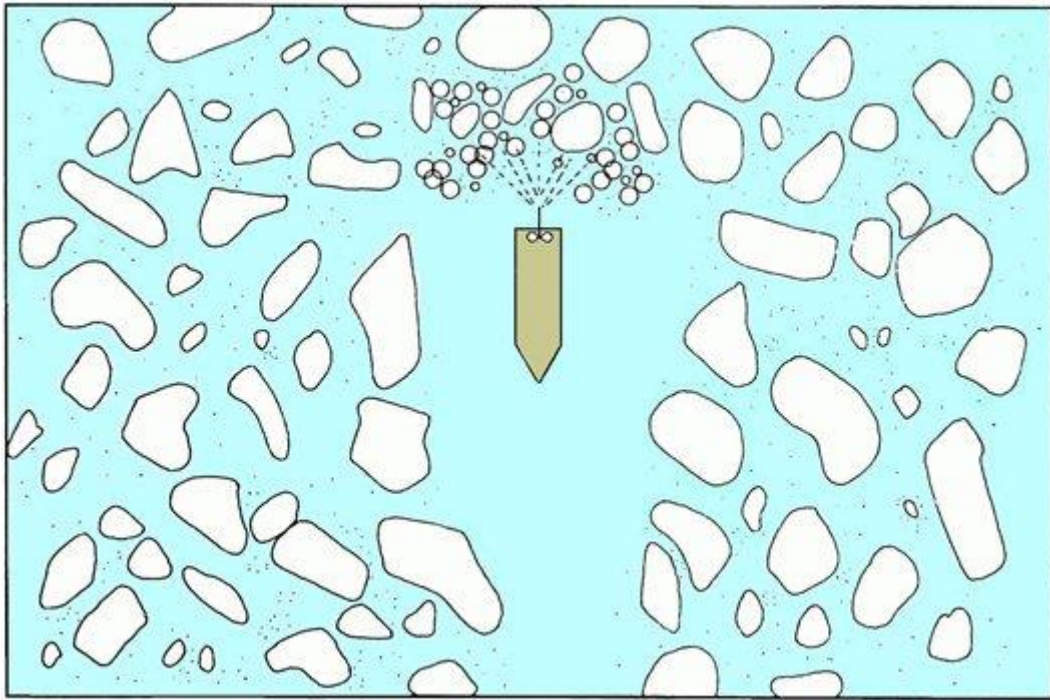


Ilustración XI: Dar atrás en aguas heladas con el timón a la vía. Fuente: www.ccg-gcc.gc.ca

3.2.5 Navegar cerca de icebergs

Los icebergs son los bloques de hielo flotantes más grandes que hay, y se pueden detectar fácilmente por el radar. El problema es que pueden llegar a tener una masa sumergida imposible de calcular. Por otro lado, las masas de hielo más pequeñas, llamadas “Bergy Bits” son difíciles de detectar por el radar y se desplazan fácilmente gracias a las corrientes marítimas y al viento.

Para evitar alguna posibilidad de encontrar alguno de estos trozos, la mejor opción es navegar a barlovento del iceberg en cuestión y evitar lenguas heladas que vengan de tierra.

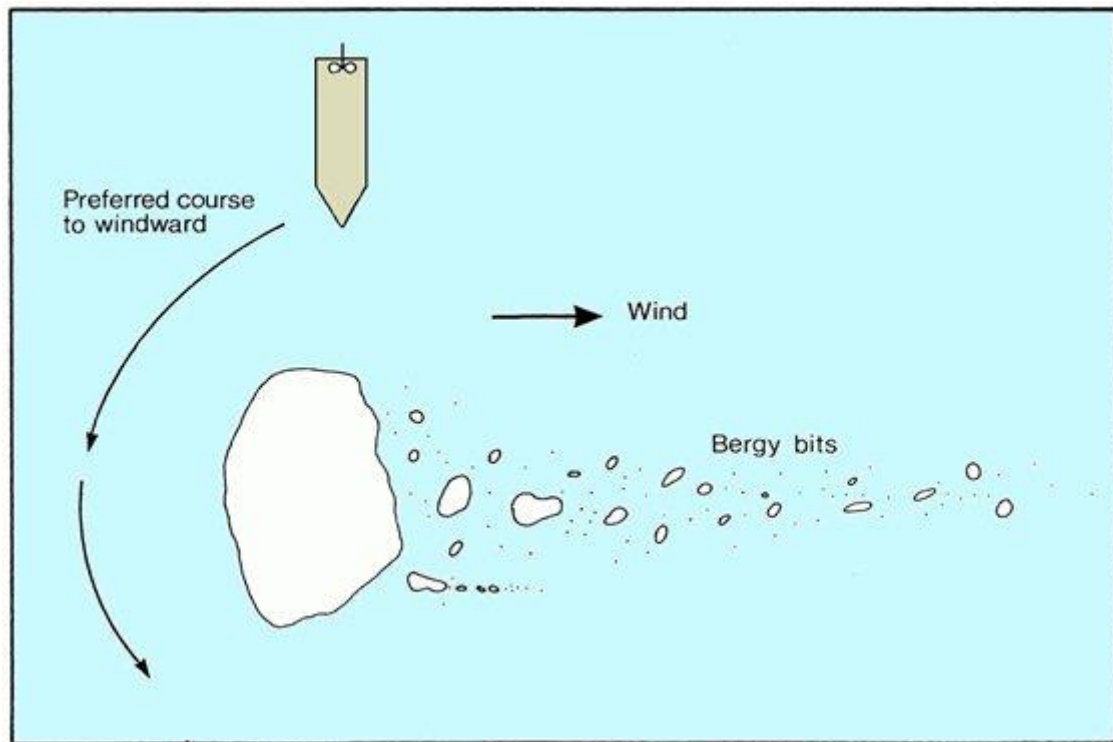


Ilustración XII: Capear un iceberg a barlovento. Fuente: www.ccg-gcc.gc.ca

3.2.6 Atracar

Atracar en aguas heladas es habitualmente un proceso largo, ya que normalmente en estas zonas no hay remolcadores al alcance. Hay muchas maneras de atracar, dependiendo del tamaño y forma del buque. La más común es aproximar la proa del barco al muelle y luego dar atrás aprovechando la inercia que te ofrezca la hélice dependiendo de si es levógira o dextrógira para posteriormente lanzar las estachas para hacer firme el barco al muelle. Es importante sacar todo el hielo que pueda quedar entre el muelle y el barco ya que, en caso de quedarse enganchado al casco puede resultar en un problema de estabilidad, y por ello debería quedarse en standby.

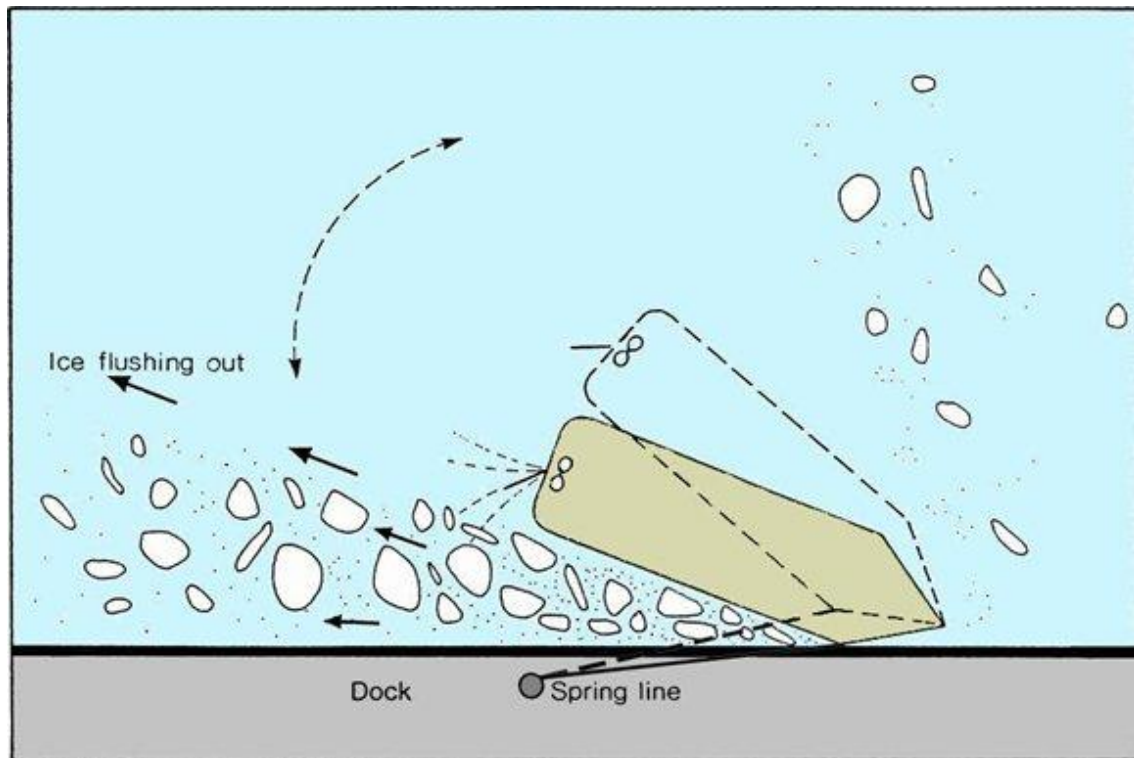


Ilustración XIII: Atraque con una línea spring. Fuente: www.ccg-gcc.gc.ca

3.3 Navegación escoltada por buques rompehielos

Cuando las condiciones de navegación en aguas heladas empeoran, el riesgo de daño al buque aumenta y por ello puede ser una buena opción la contratación de un rompehielos para la escolta del viaje. El número de rompehielos utilizados en los convoyes depende de la concentración de hielo de la zona en la que se esté navegando. Por ejemplo, si está es de la mitad de la superficie, se necesitará un rompehielos por cada 3 o 4 buques mercantes. Si la concentración de hielo aumenta a 4 quintas partes, se necesitará un rompehielos por cada 1 o 2 mercantes. El capitán del buque mercante, siendo escoltado por un buque rompehielos, debe obedecer siempre al capitán del rompehielos. Éste determinará la distancia máxima y mínima a la que se procederá la escolta, dependiendo de la velocidad a la que el hielo se cierre al paso.



Ilustración XIV: Distancia de seguridad establecida por el capitán del buque rompehielos. Fuente: www.ccg-gcc.gc.ca

El rompehielos debe mantener una velocidad suficiente rápida como para romper el hielo ya que, de no hacerlo, las piezas de hielo apartadas podrían causar daños en los buques mercantes del convoy. En caso de que el rompehielos quedase atascado en el hielo a consecuencia del empeoramiento del clima, dos luces rojas y giratorias harían de señal, para que así el capitán del buque escoltado pudiese reaccionar y dar atrás con tal de evitar la colisión. Por otro lado, si el buque mercante tuviese que parar, debería mantenerse con el motor encendido para mantener alejado el hielo de los propulsores y avisar inmediatamente al buque rompehielos. Cuando las condiciones atmosféricas se vuelven extremas, tal vez sea necesario remolcar el buque escoltado con el rompehielos, siendo una operación muy peligrosa, ya que el remolque se hace a muy poca distancia.

3.4 Prevención de riesgos en el hielo

3.4.1 Varar en el hielo

Una de las cosas más importantes que un barco debe evitar a toda costa es quedarse atrapado en el hielo. Que suceda esto es fácil, en las zonas donde hay hielo bajo presión, debido a un viento fuerte, a las corrientes, mareas u otras condiciones meteorológicas.

Una buena manera de comprobar si el hielo se encuentra bajo presión es mirar la estela del barco y ver a la velocidad a la que se cierra el hielo a su paso. El problema de encontrarse en una zona donde el hielo se cierre es la aparición del hielo viejo, cuyo espesor y consistencia puede dañar potencialmente el casco del buque en cuestión.

3.4.2 Liberar un barco varado en el hielo

Estar varado en el hielo significa que el casco de nuestro buque está demasiado enganchado al hielo y este no dispone de suficiente potencia para continuar avanzando. De este modo se determina que la manera de liberar el barco es rompiendo este enganche.

Existen diferentes maneras de liberar el buque:

- Dar adelante y atrás a toda, para ejercer esfuerzos en ambas direcciones.
- Si tiene dos propulsores, dar uno adelante y otro atrás a toda máquina, y luego alternarlos.
- Escorar el barco mediante el movimiento de lastre de babor a estribor y viceversa.
- Cabecear el barco moviendo el lastre entre el pico de proa y la popa.
- Utilizar explosivos en determinadas zonas.

3.4.3 Congelamiento de las superestructuras

La formación de hielo en la superestructura es un proceso común causado por las condiciones meteorológicas más extremas, haciendo que el agua embarcada se convierta en hielo. Este agua embarcada puede venir de los rociones por el oleaje, por la niebla, lluvia o por un descenso drástico de la temperatura. Cambiar el rumbo a veces suele ser suficiente para disminuir este efecto.

Existe una tabla generalizada sobre el congelamiento que se produce según el viento que experimenta un buque en una travesía.



Ilustración XV: Congelamiento del castillo de proa. Fuente: www.ccg-gcc.gc.ca

El congelamiento de las superestructuras se produce cuando la temperatura del aire es de $2,2^{\circ}\text{C}$ o menos y los vientos son de 17kn o más. Es común que se produzca cuando ambas condiciones se cumplen a la vez.

Es muy importante mantener operativos el ancla, el escobén y el molinete del ancla y tener en cuenta que se puede formar hielo en estas zonas, por si en caso de emergencia hubiese que arriar el ancla. Es una buena práctica dejar las anclas a la pendura para prevenir el bloqueo de la misma por el hielo.

Es muy importante recordar que las superestructuras de hielo pueden desequilibrar la estabilidad del buque y con ello puede poner en riesgo la seguridad del mismo.

4. BUQUES ROMPEHIELOS

Navegar en zonas polares implica que navegaremos en aguas que contendrán hielo y por tanto necesitaremos barcos especialmente diseñados y contruidos para mantener unas condiciones y normas de seguridad, conocidos como los rompehielos.

Estos barcos deben cumplir tres requisitos indispensables:

- Casco reforzado
- Forma adaptada para apartar el hielo
- Potencia elevada

En el apartado siguiente, explicaré la función principal de estos barcos, las diferentes clasificaciones y los requisitos que deben cumplir para ser considerados rompehielos.

4.1 Función

Hoy en día, la navegación polar se ha incrementado considerablemente debido a los intereses económicos entre Asia y Europa y además, las grandes inversiones en las plataformas petrolíferas en el mar del norte hacen que se necesite más buques transitando la zona. La mayoría de estos barcos han sido reforzados para la navegación polar, adquiriendo las condiciones para soportar la presión del hielo, pero todavía sin potencia suficiente como para desplazarse a través de él. Es por eso, que a partir de un determinado momento, con tal de asegurar una correcta navegación en este tipo de aguas se empezaron a construir buques de condiciones específicas, conocidos como los rompehielos.

Para una mejor integración en el mercado y sacar más provecho, los rompehielos están diseñados también para dar apoyo a las plataformas petrolíferas, a las estaciones científicas y a los trabajadores de las mismas.

4.2 Clasificación

Todos los barcos en el mundo están sujetos a unas normas establecidas por las sociedades de clasificación, asegurando así que estos cumplen con las medidas de seguridad oportunas.

Hay varias Sociedades de Clasificación, entre ellas la “Russian Register of Shipping”, la “Lloyd's Register of Shipping”, la “American Bureau of Shipping” y todas ellas con un sistema propio de clasificación.

4.3 Requisitos que deben cumplir los barcos que trabajen en el hielo

Los barcos contruidos para la navegación sobre aguas heladas deben cumplir una serie de especificaciones para asegurar las condiciones de la tripulación y del buque. La idea de este trabajo es realizar una guía general para la navegación en aguas polares y así facilitar al marino los aspectos básicos que la tripulación y el buque deben tener en cuenta antes de adentrarse en las aguas heladas. Dado que no todos los requisitos sobre construcción y diseño están remarcados en este trabajo, si los desea conocer puede revisar la guía para buques que trabajan en ambientes a baja temperatura, provisto por ABS (American Bureau of Shipping).

En este trabajo explicaré las siguientes especificaciones:

- Resistencia
- Maniobrabilidad
- Sistemas de mejora del buque
- Equipos de navegación
- Tripulación

4.3.1 Resistencia

Es algo evidente que cuando un barco entra en aguas heladas la resistencia al paso es mayor que en aguas abiertas. Además, si el grosor del hielo va en aumento es necesario incrementar la potencia para mantener la misma velocidad. Aun así, hay que ser cautos e intentar evitar una velocidad excesiva con tal de

no dañar el buque. Hay que recordar que el hielo acumulado siempre suma dificultad a la hora de desplazarse.

Es muy importante conocer que capacidad de resistencia tiene nuestro barco antes de dañarse, a qué velocidad vamos y el tipo de hielo al que nos enfrentamos.

Por otro lado, la nieve depositada en el hielo produce un incremento en la resistencia y varía dependiendo del grosor y el tipo de nieve. Por ejemplo, la nieve que presenta más agua en estado líquido ofrece más resistencia al paso que la nieve seca. Existe una norma intuitiva que dice que se debe añadir la mitad del grosor de la nieve al grosor del hielo.

4.3.2 Maniobrabilidad

La capacidad de maniobra se irá reduciendo a medida que el grosor del hielo aumente. Es muy importante mantener una vigilancia activa ya que el radio de giro del buque aumentará navegando sobre estas aguas. Es un factor realmente importante si en algún momento es necesario realizar una maniobra de emergencia ya sea para evitar hielo viejo o cualquier otro peligro.

Así pues, los barcos contruidos especialmente para navegar este tipo de mares necesitan una planta de propulsión y un aparato de gobierno que responda rápidamente a las demandas de los pilotos.

4.3.3 Sistemas de mejora del buque

Estos sistemas han sido creados con el fin de reducir la potencia necesaria y así poder ayudar a realizar una navegación más cómoda a través de las aguas heladas, ofreciendo una mayor capacidad de maniobra.

- Recubrimiento de baja fricción: ayuda a reducir la resistencia al avance

- Sistema de burbujas de aire: Consiste en el empleo de compresores que eyectan aire bajo la línea de flotación, lubricando la parte entre el casco del buque y el hielo. En aguas abiertas se suele utilizar como propulsor.
- Sistema de inyección de agua/aire: Este sistema es parecido al anterior solo que este utiliza agua y aire al mismo tiempo.
- Sistema de lavado con agua: Este sistema permite inyectar agua bajo la línea de flotación para debilitar el hielo y facilitar su rotura.
- Propulsores tipo Azipod: Este tipo de propulsores permiten una mayor capacidad de maniobra en espacios pequeños.
- Buques de doble acción: Se trata de buques que han sufrido una modificación en el diseño de la proa y de la popa con la intención de mejorar las capacidades de navegación tanto en aguas sin hielo como en aguas heladas.

4.3.4 Equipos de ayuda a la navegación

La navegación en latitudes altas presenta uno de los mayores retos en cuanto a la determinación de la posición. Es obvio dar por entendido que los marinos tienen un conocimiento extensivo sobre cómo posicionarse a usando una carta náutica, mediante cálculos astronómicos u hoy en día utilizando GPS, cartas electrónicas (ECDIS), GLONASS y demás información.

Pero en los polos, debido a la proximidad del polo magnético, las cartas náuticas y otros instrumentos de posicionamiento están sujetas a alteraciones. Conocer estas alteraciones es vital para asegurar la seguridad de la tripulación, del buque y de la travesía.

4.3.4.1 Cartas Náuticas

Debido a la imposibilidad de navegar en algunas áreas muchas cartas no están detalladas con información imprescindible para garantizar la seguridad, como por ejemplo, aguas poco profundas y rocas sumergidas.

Otro de los retos que dificultan la navegación polar es la gran distorsión que sufre la proyección Mercator en esas latitudes. Por esta razón, existen otros tipos de proyecciones como la proyección Conforme de Lambert, la proyección Policónica o la proyección polar estereográfica, que son más adecuadas para el uso en estas zonas:

- La proyección Conforme de Lambert: Se utiliza normalmente en latitudes medias y se basa en la intersección de dos paralelos estándar. Cuanto más cercanos son estos paralelos, más cierta es la representación y por el contrario cuando estos están más alejados la representación se vuelve menos fidedigna.

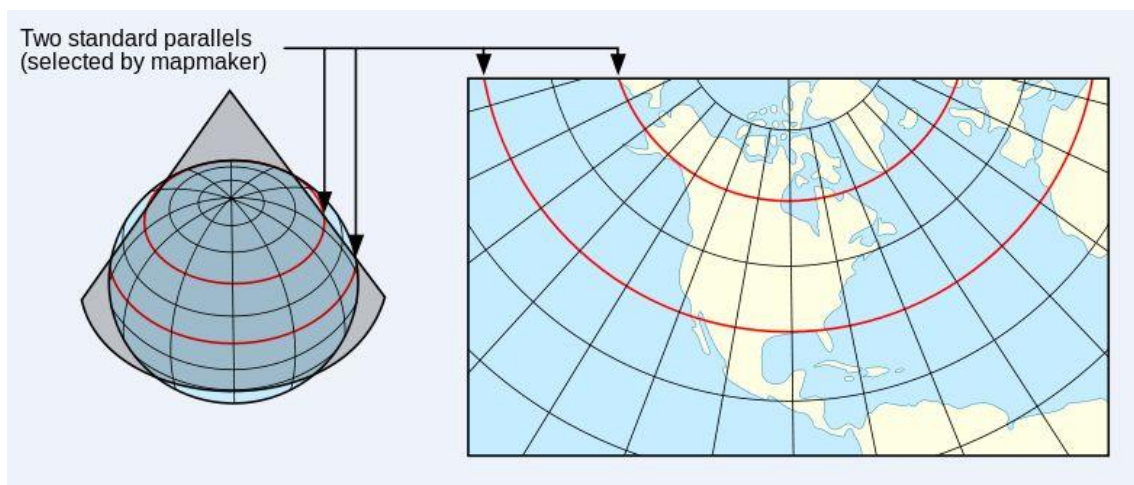


Ilustración XVI: Proyección Conforme de Lambert. Fuente: wikiwand.com

- La proyección Policónica: tiene como característica principal que los meridianos y paralelos, excepto el meridiano de Greenwich y el paralelo que marca el ecuador, son arcos circulares.

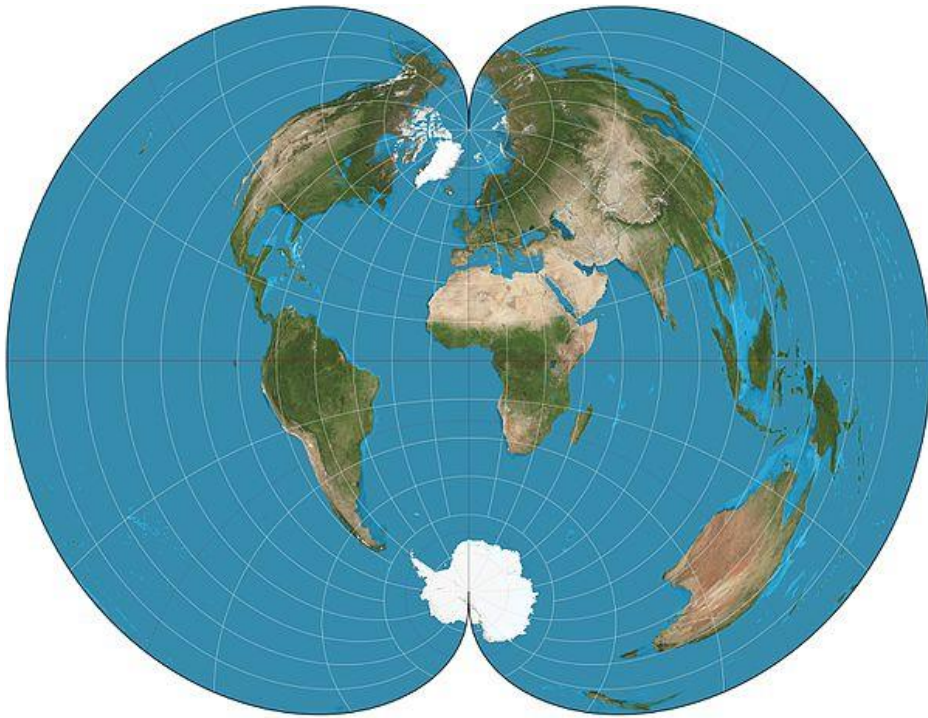


Ilustración XVII: Proyección policónica. Fuente: wikiwand.com

- La proyección polar Estereográfica: Esta proyección es la más utilizada en las regiones Polares. El polo es el centro de la carta y muestra los meridianos rectos concentrándose en él y los paralelos siendo estos arcos circulares concéntricos. Cuanto más cerca estemos del polo, más acertada será el posicionamiento.

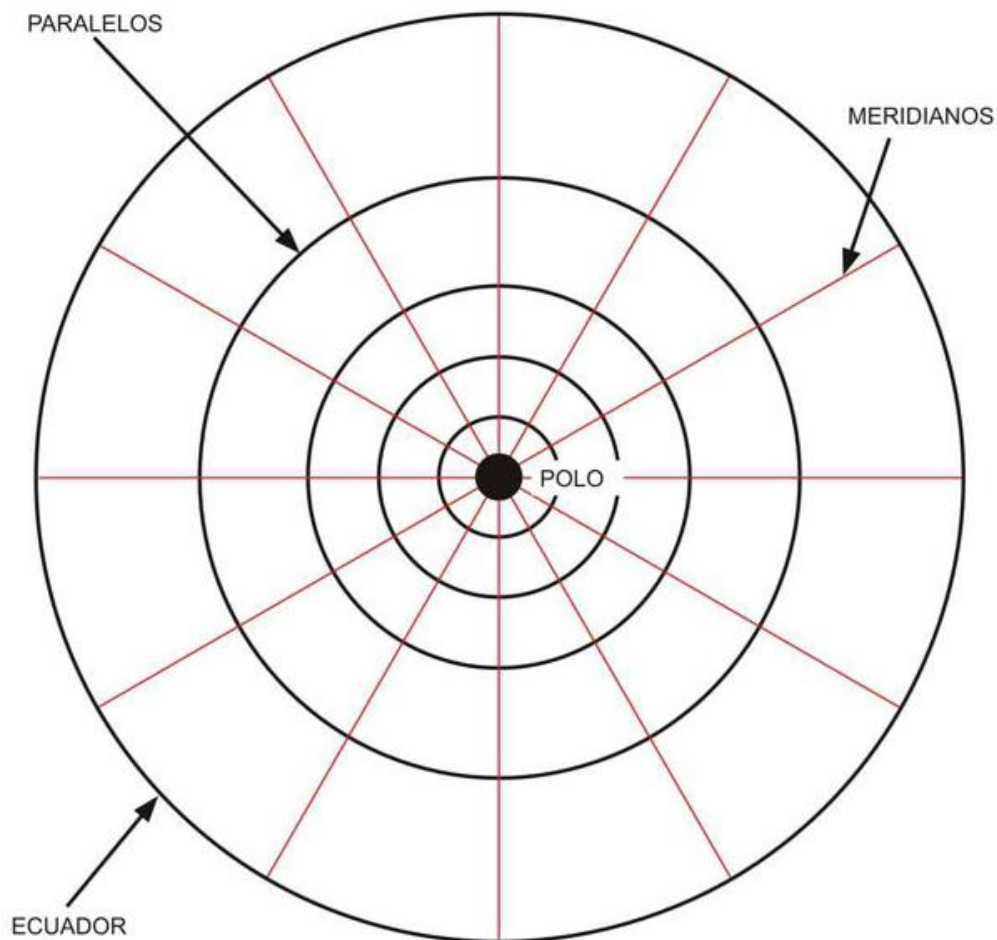


Ilustración XVIII: Proyección estereográfica polar. Fuente: www.isndf.com.ar

4.3.4.2 Compás Magnético

La variación del campo magnético en altas latitudes es tan grande, que algunas cartas indican que los compases magnéticos no son útiles. Esto es debido a que la aguja magnética depende de la componente horizontal de la fuerza del campo magnético terrestre y, siendo así, cuanto más cerca nos encontramos de un polo magnético, esta componente se debilita y el compás pierde fiabilidad.

Las correcciones en la bitácora son fundamentales para asegurar cualquier tipo de navegación.

4.3.4.3 Sondas

La mayoría de las cartas náuticas, como ya he mencionado, no contienen la información relevante con exactitud, y una de las características principales de las rutas del norte es la presencia de aguas poco profundas. A veces, se pueden producir ecos falsos causados por bloques de hielo sumergidos.

4.3.4.4 Radar

Las altas latitudes no afectan a la información que podemos recibir de este aparato. Fijar una posición en el radar no es recomendado, pero se puede triangular fácilmente con un segundo radar.

La problemática a la que se enfrenta un buque en estas condiciones es ser capaz de diferenciar entre un iceberg y un barco. Además algunos bloques de hielo pequeños como los “bergys” o los “growlers” no pueden ser detectados.

4.3.4.5 GPS

El Sistema de Posicionamiento Global, (GPS con sus siglas en inglés) es un sistema de radionavegación que utiliza satélites artificiales y permite que los usuarios establezcan su posición, velocidad y tiempo. La mayoría de los errores derivados de las condiciones atmosféricas en el ártico son corregidos automáticamente, pero la información utilizada por el GPS puede ser diferente a la información utilizada en las cartas náuticas.

4.3.4.6 Radio

Las comunicaciones por radio en las zonas polares están sujetas a las perturbaciones de la ionosfera, pero es la mejor opción para comunicarse en este área. Si la señal se degrada, el uso de otras frecuencias puede ser suficiente para establecer la comunicación.

El uso de VHF, MHF y UHF son obligatorios en estas zonas.

4.3.4.7 Inmarsat

El área de recepción para Inmarsat comprende las latitudes entre 80°N y los 80°S. Teóricamente, puede trabajar en ángulos superiores a 3° sobre la línea del horizonte y en el polo ártico los menores ángulos de acción entre la línea del horizonte y el satélite son de 5°. En la práctica es probable que no se pueda establecer comunicación por voz, pero si transmitir y recibir datos.

4.3.4.8 Iridium

Está basado en los 66 satélites LEO (Low Earth Orbit), que son satélites que describen una órbita cercana a la tierra, que orbitan de polo a polo y proveen el mejor alcance de satélite para todas las regiones en el mundo. Facilitan la transmisión y recepción de voz y datos, pero el coste de uso es caro.

4.4 Consideraciones respecto a la tripulación

Trabajar en condiciones climáticas frías siempre presenta dificultades en cuanto a mantener la capacidad de acción humana en condiciones adecuadas. Por esa razón, se debe realizar un entrenamiento previo a las tripulaciones que vayan a navegar estas zonas. Una larga exposición a temperaturas frías puede afectar a la capacidad cognitiva causando así un aumento del tiempo de reacción y aumentando así el riesgo de accidente. El uso de una vestimenta inadecuada también puede llevar a peligros tales como la hipotermia cuyos síntomas, junto con la pérdida de capacidad cognitiva, son difíciles de detectar por uno mismo. Siendo así, el bienestar de la tripulación es la principal prioridad para el capitán de la nave.

5 EL COMERCIO MARÍTIMO EN LAS RUTAS POLARES

5.1 Historia del océano Ártico

Hasta hace pocas décadas, el Océano Ártico era un desierto de hielo no navegable por el cual solamente los marinos más aventurados se lanzaban a investigar tratando de encontrar nuevas rutas comerciales a China o India y cartografiar las zonas desconocidas.

La navegación por el Océano Ártico normalmente se dedicaba a proveer a las comunidades locales durante el verano ya que de octubre a junio el Océano Ártico se mantiene en gran parte cubierto de hielo, dificultando la navegación a todo buque que no sea un rompehielos. No obstante, en los últimos años el deshielo en el Ártico a causa del cambio climático ha sido bastante drástico, permitiendo alargar la estación navegable. Esto, junto a los avances en tecnología naval, hace que el tráfico marítimo en el Ártico sea cada año más frecuente.

Los primeros intentos de cruzar esta zona se produjeron en 1550 por marineros ingleses y más adelante, hacia el 1700, los rusos lo intentaron también, ambos sin éxito.

La primera travesía exitosa a través del “Paso del Noreste” fue realizada a manos del marino Sueco Nils AE Nordenskjöld entre 1878 y 1879.

5.2 Rutas de navegación internacional

Las rutas más importantes que atraviesan el Océano Ártico son las siguientes:

El Paso del Noreste o Ruta del Mar del Norte (Northern Sea Route, NSR), en la parte rusa del Ártico, se ha transformado en el punto clave de la navegación por

esa zona polar. Es una vía de navegación entre el Atlántico y el Pacífico que transcurre a lo largo de las costas rusas de Siberia y Extremo Oriente. Gran parte de la ruta transcurre por aguas heladas y sólo algunas zonas quedan libres de hielo entre 70 y 120 días al año, siendo los meses de agosto y septiembre los más aptos para la navegación.

El Paso del Noroeste (Northwest Passage, NWP), que conecta el Océano Atlántico y el Océano Pacífico y se prolonga, de oeste a este, a través del estrecho de Bering, el Mar de Chukchi, el Mar de Beaufort y los diferentes canales del archipiélago de Canadá. Existen siete rutas distintas, pero no todas son aptas para los grandes buques. Por último, esta ruta circula a través de la bahía de Baffin y del estrecho de Davis en dirección al Océano Atlántico.

Por otro lado tendríamos la Ruta Transpolar (Transpolar Sea Route, TSR), evitando los pasos del Noroeste y Noreste y atravesando el Ártico por su zona más meridional, lo cual es posible con un adecuado diseño del buque para clase polar. China es uno de los interesados en esta ruta. Para garantizar una navegación segura se construirían puertos transpolares en Islandia y en los alrededores del Estrecho de Bering.

Por último está el Puente Ártico (The Artic Bridge), que une el puerto Ruso de Murmansk o el puerto Noruego de Narvik al puerto Canadiense de Churchill podría ser utilizado para el comercio del grano. Aún que no es una ruta trans-Ártica del todo, está diseñada para conectar dos hinterlands, del Noroeste de Europa y el medio oeste Norteamericano, a través del Ártico.



Ilustración XIX: Rutas de navegación por el Ártico. Fuente: transportgeography.org

5.2.1 La Ruta del Mar del Norte (Northern Sea Route)

La ruta del mar del norte, (NSR, Northern Sea Route) es una ruta que conecta el Océano Atlántico al Océano Pacífico a lo largo del Ártico Ruso la cual es una de las rutas con más días disponibles para navegar en ella en comparación con las demás rutas que cruzan el Ártico entre el norte de Europa y Asia en sentido de oeste a este.

La ruta del mar del norte puede ser dividida en dos partes teniendo en cuenta las diferentes condiciones en las que se encuentra el hielo y su infraestructura, conocidas como la parte este y la parte oeste. La parte occidental incluye el Mar de Barents y el Mar de Kara y es una de las áreas más concurridas por el tráfico marítimo, ya que las condiciones no son tan severas. La parte oriental incluye el Mar de Lavtev, el Mar Siberiano del Este y el Mar de Chukchi y el tráfico

marítimo todavía está en fase de desarrollo, a consecuencia de la cantidad de hielo marino presente.

Otro factor a tener en cuenta cuando se planea un viaje es la poca profundidad que esta ruta tiene, porque la longitud entera de la Ruta del Norte yace sobre la placa continental de Eurasia. Hoy en día, el máximo calado en toda la ruta es de 12 a 13 metros, pero si en el futuro fuera posible navegar al norte de las Nuevas Islas Siberianas el calado podría aumentar a 20 metros.

Además la mayoría de puertos situados en esta ruta no están diseñados para barcos grandes, ya que muy pocos tienen la suficiente capacidad para albergar este tipo de barcos.

Algunos estudios se centran en el estudio y análisis de la viabilidad de la Ruta del Mar del Norte comparada con la ruta del Canal de Suez o el Cabo de Hood. Por ejemplo, en el trabajo de (Schøyen & Bråthen, 2011; Liu and Kronbak, 2010; Østreng et al, 2013) se indica que se puede reducir la longitud de la travesía entre Asia y el Noroeste de Europa un 50% comparándola con la ruta del Canal de Suez. Esto significa también una reducción en el consumo de fuel y en el número de días de travesía, reduciendo tanto un 25% de consumo de fuel y días de travesía a velocidad constante y una reducción del 40% del consumo de fuel y un 8% de días de travesía a poca velocidad (Fiaz, 2014). También, el estudio de “Raza en 2013” analiza el precio de las tasas impuestas por el gobierno Ruso, y llega a la conclusión que para el 50%, el 85% y hasta el 100% de las ocasiones presenta una reducción general de costes para el viaje.

Aun así, todos los estudios concluyen que la Ruta del Mar del Norte presenta bastantes limitaciones y problemas comparada con la Ruta del Canal de Suez. Una de ellas sería la estacionalidad que presenta la NSR, solo pudiendo ser navegada en los meses de verano (4 meses). Por otro lado, las aguas poco profundas que esta ruta presenta evita que se pueda navegar con buques de grandes esloras, que si son capaces de cruzar el Canal de Suez.

En resumen, la ruta del Mar del Norte posee una competitividad atractiva en cuanto a la reducción de fuel, tiempo, emisiones de CO₂ y costes de viaje entre Asia y el norte de Europa.

5.2.2 El Pasaje del Noroeste (Northwest Passage)

El Pasaje del Noroeste (NWP, Northwest Passage) es una ruta que conecta el Océano Atlántico con el océano Pacífico a través de las aguas árticas canadienses y parte de Norte America en sentido este a oeste. A pesar de que es una de las rutas más críticas en cuanto las condiciones de hielo, tiene más historia que las otras, habiendo sido explorada por personas indígenas años atrás. Se caracteriza por tener aproximadamente 36000 islas incluyendo tres de las más grandes del mundo. Toda ese área se conoce como el Archipiélago Canadiense, que posee siete rutas potenciales divididas en dos grupos: Un grupo de 3 rutas que son prácticas para el tráfico marítimo rutinario y el otro grupo con 4 rutas no tan optimizadas para el uso naval.

Hoy en día no es posible que esta ruta compita con otras más populares y seguras, como el canal de Panamá o el cabo de Hornos, porque las condiciones de hielo son tan severas, incluyendo el cruce con hielos del primer año y hielo de múltiples años en la mayoría de la ruta. En las mejores condiciones meteorológicas sólo hay 3 meses en los cuales es posible navegar. Es una de las rutas más peligrosas, por otro lado, porque no hay una cartografía adecuada que apunte con detalle los pasos estrechos y la poca profundidad de los canales.

En oposición a la Ruta del Mar del Norte, esta ruta posee muy pocos puertos adecuados para buques de grandes esloras debido a la poca profundidad de las aguas. Desde un punto de vista marino, el Pasaje del Noroeste es el pasaje más desfavorable para llevar a cabo comercio marítimo, siendo una ruta con mucho hielo. Es por ello que la ruta del Mar del Norte resulta mucho más adecuada para el transporte de mercancías que el Pasaje del Noroeste.

5.2.3 La Ruta Marítima Transpolar (Transpolar Sea Route)

La ruta Transpolar conecta el Océano Atlántico al Océano Pacífico a lo largo del centro del Océano Ártico y es la ruta más corta y directa conectando el norte de Europa con Asia, pero ha sido rechazada a menudo debido a las condiciones climáticas desfavorables.

Esta ruta está considerada como una ruta oceánica que va a través o muy cerca del Polo Norte. Existen muchas posibilidades al escoger la mejor vía y pudiendo

siempre evitar la Zona Exclusiva Económica costera de las aguas Rusas, consideradas rutas de navegación de altura. Esto implica aspectos positivos a tener cuenta cuando pensamos en la viabilidad de estas rutas que constan de peajes por parte del Gobierno ruso.

La ruta Transpolar presenta un recorte en las distancias tan alto como el 41% comparado con el canal de Suez, conectando Tokio y Rotterdam en tan solo 16 días a 17 nudos, en comparación con los 27 días de navegación a 17 nudos. Esto permite la posibilidad de llevar a cabo más viajes de vuelta en menos tiempo, lo que hace que sea mucho más rentable.

Además, existe la opción de reducir el consumo de energía empleada, reduciendo la velocidad un 40% y llegando todavía a tiempo de Rotterdam a Tokyo, ahorrando en los costes del consumo de combustible y por tanto reducir la polución

Por consiguiente, la ruta marítima Transpolar contiene una importante ventaja comparada con el resto de rutas Árticas, ya que ésta no tiene aguas poco profundas y estrechas, permitiendo el paso de grandes buques que no son capaces de navegar por la Ruta del Mar del Norte o el Pasaje del Noroeste.

Finalmente, para alcanzar la viabilidad económica de esta ruta, es necesario invertir en complementar la falta de información en las cartas náuticas, en espacios y acomodaciones a lo largo de la ruta para disminuir la distancia entre puertos seguros y en mejorar las comunicaciones, gravemente afectadas por el campo magnético terrestre, ofreciendo una respuesta optimizada en caso de emergencia. Malte Humpert, 2012.

5.2.4 El Puente Ártico (The Arctic Bridge)

El Puente Ártico es una ruta que conecta el puerto de Murmansk (Rusia) con el puerto de Churchill (Canada). Esta vía ofrece la oportunidad de acortar distancias y abrir nuevas rutas de comercio para Manitoba y Canada con socios internacionales, reafirmar la soberanía canadiense en cuanto a la posición en el Ártico y finalmente integrar el Norte de Manitoba en el marco del comercio internacional. (Arctic Bridge, 2014)

La ruta marítima a Churchill se realiza a través del Mar de Labrador, a través del Estrecho de Hudson y posteriormente a través de la bahía Hudson. El puerto de Churchill no forma parte del pasaje del Noroeste pero es un destino muy importante para los mercados internacionales del Norte de Europa. Algunos estudios muestran como el hielo en esa zona ha descendido bruscamente en las dos últimas décadas.

5.3 El tráfico en el Ártico

Las actividades marítimas comerciales en el Ártico, tanto las que se llevan a cabo hoy en día como las que están en fase de desarrollo, están diversificadas. En el Océano Ártico, así como en otros lugares, el transporte es una actividad derivada de la demanda. El nivel de demanda de los servicios de transporte depende de la demanda de los productos a transportar. Como resultado, el mercado derivado de la industria marítima a menudo está segmentado en términos de carga transportada por barcos y por el origen y destino de las navegaciones. Actualmente, los buques están especializados y optimizados en tamaño, tecnología y bandera de registro para satisfacer las necesidades de las navieras y las combinaciones de cargas y rutas. El equilibrio entre la oferta y la demanda en un momento dado puede diferir significativamente entre cada segmento de la industria marítima. Al estudiar los impactos de un entorno cambiante, es importante considerar tales divisiones porque los diferentes tipos de tráfico se verán afectados de manera diferente en un régimen de hielo en transformación.

El retroceso del hielo está dando alas a proyectos abandonados en el siglo 19 que trataban de encontrar rutas marítimas más cortas entre Europa y Asia. La apertura definitiva de las rutas polares supondría un ahorro en la distancia de los viajes. Por ejemplo, la distancia entre Londres y Yokohama a través del Paso del Noroeste es de 15700km y de 13841km a través del Paso del Noreste, lo que es un ahorro considerable teniendo en cuenta que la ruta por el canal de Suez es de 21200km o por el canal de Panamá es de 23300km. Estos números alimentan la idea de que las rutas Árticas, al ser más cortas, atraerán bastante

tráfico y, en consecuencia, se convertirán en un aspecto político internacional muy importante.

La gran mayoría del tráfico marítimo a día de hoy en las aguas del Ártico se dedica al aprovisionamiento local o a la navegación contratada según servicio. Según un estudio de Eguíluz et al. (2016), basado en los datos de posicionamiento del buque recibidos por el AIS que transcurrían por esas aguas se encontró que en el año 2014, en total, 11066 barcos transitaron el Océano Ártico, lo que supone el 9,3% del tráfico marítimo internacional. De todos estos barcos, el 50 y el 80% del tráfico a través de la NSR y de la NWP fueron de categoría especializada, como por ejemplo barcos de apoyo, de investigación y topográficos, seguidos por los barcos de pesca (1960), buques de carga (1892), buques tanque (524) y barcos de pasaje (308). La mayoría de estos (2000 buques al mes) circulaban por la región del Atlántico Norte, en el Mar de Barents, una zona donde la presencia del hielo es menos común.

Los tres sectores marítimos que tienen mayor probabilidad de expansión en las aguas del Ártico son el transporte marítimo según servicio, cuya previsión es que aumentará a la vez que aumente la explotación de los recursos naturales en la región, el tráfico regular transpolar, que podrá llevarse a cabo a través de una extensión de la estación de navegación a causa del deshielo y el turismo de cruceros, un sector en el que el Reino Unido podría convertirse en el proveedor directo.

Las oportunidades que se presentan sugieren que las condiciones a lo largo de la NSR serán más favorables, con condiciones similares en el NWP y la TSR entre 10 y 30 años después, respectivamente. A corto plazo, la NSR es la ruta más popular debido a la localización, a las condiciones favorables de hielo y al apoyo por parte de los rompehielos de la administración de la Ruta del Noreste Rusa. A mitades del siglo actual, la disponibilidad de la Ruta Transpolar, facilitaría que los buques evitasen la Zona Económica Exclusiva y por lo tanto los peajes aplicados. Las tarifas de los rompehielos pueden cambiar cuando prevalecen las condiciones sin hielo en la NSR y también si la TSR pasa a ser más viable.

La Ruta del Mar del Norte y el Pasaje del Noroeste están abiertos de forma estacionaria la mayoría de años, con la temporada de navegación transártica llegando a su punto máximo a finales del verano. Sin embargo, en la primera

mitad del siglo 21, la estación navegable en la NSR y en el NWP se mantendrá invariable y no fidedigna, continuando así con la necesidad de buques con clase polar o escoltas de rompehielos durante los meses de verano.

El aumento de las temperaturas globales y de las temperaturas en los polos continuara abriendo las rutas del Ártico con mayor frecuencia e incrementando la longitud del período navegable. Las condiciones en la NSR son más óptimas, siendo igualadas por el NWP en una década. La TSR, que transcurre por el centro del Océano Ártico debería establecerse como disponible a mediados del siglo actual, haciendo que los viajes desde UK hasta el este de Asia ahorrasen entre 10 y 12 días comparándola con la ruta del Canal de Suez.

El Pasaje del Noroeste podría convertirse en una ruta alternativa a la del Canal de Panamá, siendo el volumen actual de tráfico ya considerable, pero pudiendo llegar a superar los 3000 barcos al año. Aun pudiendo apreciar las ventajas de las rutas Árticas, todavía quedan varios obstáculos a la navegación. Además, los escenarios del desarrollo del tráfico marítimo en el Ártico permanecen todavía en fase de especulación. Sin embargo, el tráfico marítimo en la zona del Ártico va en aumento, alimentado por las previsiones de las explotaciones de los recursos naturales. Actualmente Canadá no ofrece un alquiler de rompehielos de apoyo, pero ofrecen guías, previsiones meteorológicas y de hielo y ofrecen cobertura SAR. Aunque esta ruta presenta dificultades técnicas, las características geográficas remotas y vírgenes del Archipiélago Canadiense y de Groenlandia hacen esta área muy atractiva para el turismo de cruceros.

Podemos decir que las rutas Árticas no reemplazaran las rutas tradicionales a través de los canales de Suez y Panamá en el siglo 21, aunque es muy probable que sean utilizadas durante un aumento del comercio de mercancías a granel y del transporte marítimo según servicio. La viabilidad comercial actual está focalizada en el transporte según demanda, suministrando en gran medida los proyectos de explotación de los recursos naturales en el Ártico.

La NSR probablemente permanecerá como la ruta comercial más popular debido a las condiciones de hielo favorables, a la población, a los centros industriales y a la implicación del gobierno Ruso en la comercialización de la ruta. Aunque los peajes a día de hoy son altos, el control y gestión de esta ruta son necesarios para garantizar la seguridad y la productividad en las próximas décadas.

Todavía está por ver que impacto tendrá la apertura de la Ruta marítima Transpolar sobre la NSR, aunque gran parte del comercio marítimo seguirá centrada en la Ruta del Mar del Norte.

5.4 Recursos energéticos

A parte del gran interés que suscita el Ártico como futuro corredor marítimo entre el Pacífico y el Atlántico, los recursos naturales que contenidos en la zona lo convierten en una zona estratégica para el futuro del comercio marítimo.

5.4.1 Petróleo y gas

Si bien existen depósitos de uranio y carbón dispersos en todo el área al norte del Círculo Polar Ártico, los principales recursos energéticos de interés para los operadores comerciales son el petróleo y el gas.

Las cantidades precisas de estos recursos siguen siendo desconocidas, sin embargo, un estudio realizado en 2008 por el Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS) sugiere que las reservas de petróleo y gas sin explotar en la región del Ártico son sustanciales. El informe señala que la suma de las estimaciones medias indica que puede llegar a haber reservas alrededor de los 90 mil millones de barriles de petróleo, 1,669 billones de pies cúbicos de gas natural y 44 mil millones de barriles de líquido de gas natural en el Ártico, de los cuales aproximadamente el 84 por ciento se espera que se encuentre en alta mar. Dado que el estudio utilizó una metodología de probabilidad basada en la geología, las cantidades de reserva reales se encuentran en algún lugar dentro de un amplio rango.

En cuanto al petróleo, se estima que la cantidad de reservas no descubiertas se encuentra entre 44 mil millones de barriles de petróleo (BBO, Billion Barrels of Oil), con más del 95% de probabilidad y 157 BBO con un 5% de probabilidad. El estudio sugiere que el Ártico puede contener aproximadamente el 13% de la estimación media global del petróleo sin descubrir, que es aproximadamente 618 BBO.

La cantidad estimada de gas sin descubrir es más significativa: aproximadamente tres veces más que el petróleo estimado en términos de energía equivalente. El rango de gas potencialmente no descubierto se encuentra entre aproximadamente 770 billones de pies cúbicos (TCF, Trillion Cubic Feet) (> 95% de probabilidad) y aproximadamente 2,990 TCF (5% de probabilidad). La cantidad media estimada representa alrededor del 30% del gas global no descubierto estimado. Por supuesto, la existencia de estos recursos no significa que todos serán explotados. Finalmente, la explotación se decidirá por el precio del recurso comparado con los costos de extracción, procesamiento y transporte para llevarlo al mercado.

También es importante señalar que el estudio del USGS excluyó los depósitos de petróleo convencionales de menos de 50 millones de barriles y los depósitos de gas convencionales de menos de 300 mil millones de pies cúbicos. El estudio también excluyó los hidrocarburos no convencionales como el esquisto bituminoso, el petróleo pesado, las arenas bituminosas, el metano del lecho de carbón y los hidratos de gas. Los hidratos de gas pueden resultar particularmente útiles en el futuro, ya que se estima que puede haber entre 6 y 600 veces más hidratos de gas que gas convencional a nivel mundial. Se sabe que la región del Ártico posee cantidades significativas de hidratos de gas, aunque no se espera que la tecnología necesaria para extraer el recurso de forma segura y rentable a nivel comercial esté disponible antes de 2030.

Para poner en perspectiva las cantidades de recursos convencionales potenciales, es útil comparar las reservas estimadas en el Ártico con las reservas probadas de los principales países productores de petróleo y gas. Las reservas probadas de petróleo de Arabia Saudita para 2008 se ubicaron en aproximadamente en 264.1 BBO, ubicándose en el primer lugar del mundo, mientras que Canadá fue segundo con un total de 179.3 BBO (incluidas las arenas petrolíferas). La comparación para el gas es más prometedora para el Ártico. El estado actual líder en reservas probadas de gas es Rusia con un total de 1,529.2 TCF en 2008, seguido de Irán con 1,045.7 TCF. Por supuesto, las extensiones geográficas de estos países y la región ártica difieren sustancialmente: las reservas de Arabia Saudita se concentran en un área de 2,149,690 km², 1,648,195 km² para Irán, y aproximadamente 21,000,000 km² para la región ártica. Las reservas más concentradas de Arabia Saudita e Irán facilitan la exploración debido al área

relativamente pequeña en comparación con la región del Ártico. Más importante aún, como se señaló anteriormente, se estima que aproximadamente el 84 por ciento de los recursos potenciales del Ártico se encuentran en alta mar, mientras que las reservas de Arabia Saudita, Canadá, Rusia e Irán se encuentran principalmente en tierra, lo que facilita la explotación más fácil que en el caso de la costa del Ártico.

Actualmente, la principal producción de petróleo y gas en tierra se sitúa en la vertiente norte de Alaska (petróleo) y en Siberia occidental (petróleo y gas) y también en el Norte de Canadá y mar adentro en el campo noruego de Snohvit, en el Mar de Barents (gas) y en la Isla Endicott, Alaska, en el Mar de Beaufort (petróleo) y se espera que se explote la Península Yamal en Rusia, el Delta Mackenzie en Canadá y mar adentro existe un plan de explotación de los depósitos de gas en el Mar Pechora, Rusia, llamado Proyecto Stockman.

5.5 Historia del Antártico

La idea de la existencia de un continente en el polo sur intrigaba ya a los antiguos griegos, quienes creían que tal continente era necesario para equilibrar las masas de tierra del hemisferio norte. Entre 1772 y 1775, el Capitán James Cook circunnavegó el Antártico, pero no vio ningún continente. Aun así, durante el siglo XIX, muchos aventureros se acercaron a esta región.

La primera persona en ver el continente, según los americanos, fue Nathaniel Palmer en noviembre de 1820; el Capitán Edward Bransfield, según los ingleses, en enero de 1820; y el Capitán Fabian Von Bellingshausen, según los rusos, entre 1820 y 1821. Entre 1838 y 1843, tres expediciones guiadas por “d'Urville”, Wilkes y Ross fueron enviadas al Antártico con la intención de encontrar el Polo Magnético Sur. A pesar de no cumplirse el objetivo principal, se llevaron a cabo otras contribuciones científicas importantes, con el comienzo de programas de investigación científica a principios del siglo XX y que continúan a día de hoy. Las primeras exploraciones geológicas del Antártico empezaron a finales del siglo XIX con la recolección de fragmentos de roca del fondo marino y se llevaron a cabo extensos programas por equipos de científicos que acompañaron

los viajes al Antártico desde el 1890 hasta el 1920. Se realizó un progreso considerable en la cartografía y en la manera de entender la geología, geografía y glaciología. Después de la primera guerra mundial, los avances realizados en transporte y comunicaciones permitieron todavía mayores exploraciones.

El año Geofísico Internacional ('IGY' por sus siglas en inglés), llevado a cabo entre 1957 y 1958 fue el comienzo del Antártico de adoptar el rol como laboratorio científico internacional. Las estaciones científicas fueron mantenidas por 12 países durante este periodo y se obtuvo información sobre meteorología, el comportamiento físico de la parte superior de la atmósfera, geomagnetismo, sismología, glaciología y geografía.

El registro de investigaciones comenzó en la década de 1830 con las observaciones realizadas por James Eights y por la expedición guiada por Charles Wilkes. Robert Cushman Murphy realizó contribuciones importantes en lo que se refiere al estudio de los pájaros subantárticos y de la flora y la fauna terrestre a comienzos del siglo XX.

Entre 1920 y 1955, cuatro expediciones realizadas por equipos Estadounidenses desarrollaron una base de datos de las características terrestres en la Antártida. La “Second Byrd Antarctic Expedition”, llevada a cabo entre 1935 y 1937, exploró las montañas interiores y los “nunataks” y realizaron amplios descubrimientos. El servicio de expediciones de Estados Unidos, de 1939 a 1941, investigó los recursos naturales del Antártico; estudiaron botánica, zoología y oceanografía; y realizó observaciones fisiológicas. Además, dos proyectos de la Marina de los Estados Unidos, la Operación Highjump (1946-1947) y la Operación Windmill (1947-1948) realizaron extensas observaciones en el Antártico.

A finales de la década de 1950 los Estados Unidos establecieron una expedición permanente, el Programa de Investigación Antártico de los Estados Unidos (USARP, en sus siglas en inglés).

En 1968 se realizó en la Estación Byrd (alt.1530m) el primer agujero que atravesó roca bajo la capa de hielo, que fue de 2164 metros de profundidad.

Actualmente, las investigaciones que se están llevando a cabo en el Antártico son financiadas, guiadas y controladas por la Fundación Nacional de Ciencia (NSF, en inglés)

5.5.1 Lista de marinos y exploradores que transitaron el Antártico

- Nathaniel Palmer, 1820-1831: Descubrió la Península Antártica en 1820.
- Edward Bransfield, 1820: Descubrió la Península Antártica (De acuerdo con los informes Británicos).
- James Weddell, 1822-1824: Descubrió el Mar de Weddel en 1823.
- James Clark Ross, 1839-1843: Descubrió el Mar de Ross y la Corteza de Hielo de Ross.
- Charles Wilkes, 1838-1842: Descubrió la Tierra de Wilkes.
- Dumont d'Urville, 1837-1840: Descubrió la Costa Adelie.
- Adrien de Gerlache, 1897-1899: El primero en pasar un invierno a bordo de un barco en el área.
- C. E. Borchgrevink, 1898-1900: El primero en pasar el invierno en el continente.
- William S. Bruce, 1902-1904: El primero en establecer una estación permanente en el Antártico.
- Douglas Mawson, T. David, y A. Mackay, 1911-1914: Primeros en alcanzar el Polo Sur Magnético.
- Roald Amundsen, 14 de diciembre, 1911: el primero en alcanzar el Polo Sur Geográfico.
- Robert Scott, 1901-1913: Realizó varias expediciones. Alcanzó el Polo Sur Geográfico el 17 de enero de 1912, pero falleció en una ventisca en el viaje de retorno junto con otros cuatro exploradores.
- Ernest Shackleton, 1907-1922: Realizó varias expediciones.
- United Kingdom, 1923-1939: Los primeros en continuar el programa de investigaciones científicas.
- Hubert Wilkins, 1928: Primer vuelo sobre la Península Antártica.
- Richard E. Byrd, 1928-1941: Realizó varias expediciones. Fue el primero en sobrevolar el Polo Sur Geográfico en 1929.
- Lincoln Ellsworth, 1933-1939: Demostró la factibilidad de los despegues y aterrizajes en la zona.

- United States, 1946-1947: Se puso en marcha la Operación “Highjump”, la expedición más grande realizada en el continente Antártico.
- United States, 1947-1948: Se pone en marcha la Operación “Windmill”.

5.5.2 El tratado Ántartico

El Tratado Antártico es un convenio por el que los Gobiernos de Argentina, Australia, Bélgica, Chile, la República Francesa, Japón, Nueva Zelanda, Noruega, la Unión de Sudáfrica, la Unión de Repúblicas Soviéticas Socialistas, el Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte y los Estados Unidos de América, el 1 de diciembre de 1959, se comprometieron a preservar el Antártico como una zona dedicada exclusivamente a fines pacíficos y científicos.

Este documento, que entró en vigor el 23 de junio de 1961, establece que las contribuciones al conocimiento científico resultantes de la cooperación internacional en la investigación son substanciales y de gran valor para toda la humanidad y que por ese motivo esta región polar no debe convertirse en el objeto o escenario de un desacuerdo internacional como las reclamaciones territoriales, sino un escenario de libre desarrollo científico por los Estados interesados.

Actualmente, son 54 países los que forman parte del Sistema del Tratado Antártico (ATS) de los cuáles 29 son partes consultivas, al haber desarrollado actividades según lo conforme en el tratado y las 26 partes restantes son partes no consultivas, invitadas a participar de las reuniones pero que no pueden participar en la toma de decisiones.

El tratado Antártico garantiza que no se lleven a cabo explotaciones industriales en el continente y, por lo tanto, la actividad económica relacionada con el continente y sus océanos contiguos se limita al turismo, al ocio y a la investigación científica.

6 EL CÓDIGO POLAR

El código Polar es una resolución de la Organización Marítima Internacional (IMO) expedida por el Comité Marino de Protección Medioambiental (MEPC) y contiene un compendio de normas y regulaciones cuyo objetivo es proporcionar seguridad para las operaciones que realizan los buques y garantizar la protección del ecosistema polar asumiendo los riesgos presentes en aguas polares y no mitigados adecuadamente por otros instrumentos de la Organización. Las zonas que abarca el código Polar son a partir de los 60º de latitud en ambos hemisferios, exceptuando en el hemisferio norte, cuyo límite se extiende hasta los 58ºN en una longitud de 042ºW.

6.1 Orígenes

Las iniciativas para establecer un nuevo régimen legal para la navegación polar se tomaron a raíz del accidente del buque Exxon Valdez, en la costa de Alaska el año 1989. Durante la 59ª sesión MSC en 1991, Alemania sugirió la inclusión de la siguiente norma en el SOLAS:

“Los buques destinados al servicio en Aguas Polares deben tener una estructura reforzada adecuada para las condiciones Polares, en concordancia con las normas de una sociedad de clasificación reconocida”.

El MSC encargó al subcomité DE (Design and Equipment), que formó un Grupo de Trabajo Externo para desarrollar las pautas propuestas en referencia a los aspectos técnicos necesarios para los barcos trabajando en aguas polares. El trabajo resultó en un borrador, el “Código Internacional para la Seguridad de los Buques en Aguas Polares”, presentado al DE 41 en 1998. El borrador del código pretendía asegurar que todas las operaciones de los buques que navegasen en las aguas polares cumpliesen con unos estándares internacionales aceptables.

Sin embargo, desde la reunión 41 del subcomité DE, varios Estados y partes interesadas realizaron aportaciones al borrador del código. Por consecuencia, un conjunto significativo de cambios se introdujeron por parte del MSC. Por

ejemplo, el MSC dictó que las aguas del Antártico debían excluirse de la aplicación geográfica del Código. También que cualquier provisión en el Código inconsistente con la ley internacional debería ser quitada del mismo. Entonces, un borrador revisado del Código “Guías para Buques que Operan en Aguas Polares”, se desarrolló por un grupo de correspondencia establecido por el DE 41.

Entonces, se preparó una nueva versión del Código, titulada ahora como “Guías para buques que operan en aguas cubiertas de hielo en el Ártico”, y el DE 44 acordó en principio al borrador de la guía. Con algunas modificaciones acordadas en el pleno, la MEPC 48, en octubre de 2002, y el MSC 76, en diciembre de 2002, aprobaron entonces las “Guías para los Buques Operando en Aguas cubiertas de hielo en el Ártico”.

Dos años después de adoptar estas guías, las pautas para la navegación en el Ártico aparecieron de nuevo en el calendario de la IMO. En vista del aumento en las actividades marítimas en las aguas del Antártico, el ATCM (Antarctic Treaty Consultative Meeting) requirió que la IMO debería enmendar las pautas para hacerlas también aplicables a los barcos que operasen en las aguas cubiertas de hielo en el Antártico.

El MSC 79, en 2004, consideró la propuesta del ATCM. El accidente sufrido por el MV Explorer mientras trabajaba en las aguas del Antártico en 2007 dio más impulso a la iniciativa, y el grupo de correspondencia que trabajaba en la elaboración del Código entre sesiones DE consideró varios aspectos a raíz de este evento. Además, los Estados Unidos ahora apoyaban las revisiones al Código que podían ampliar la aplicación de las pautas para los barcos que operasen en las aguas Antárticas. Más adelante, en enero de 2009, los Estados Unidos presentaron propuestas al MSC que formarían estas pautas como requerimientos obligatorios.

El subcomité DE, en su sesión 52, acordó dar a su grupo de trabajo la tarea de finalizar las guías, y sugirió que el grupo considerase añadir a su agenda la inclusión de las propuestas de carácter obligatorio de los EEUU. Se propuso enfocarlo de manera bidireccional. Primero las guías debían estar formuladas de tal manera de que se pudiesen establecer para un futuro desarrollo. Segundo, un nuevo ítem, desarrollando un instrumento obligatorio para buques que operasen en aguas polares, debería ser incluido en la agenda.

El DE 52, primero mandó al grupo finalizar las guías revisadas y segundo preparar una justificación para el nuevo ítem a dar forma: “Desarrollo de un Código para buques operando en aguas polares”. Un borrador de la resolución en las “Guías para Barcos operando en aguas polares” (Resolución A.1024(26)) fue aprobada por el MSC en la sesión 86 y por el MEPC en su sesión 59. Las nuevas guías fueron entonces aprobadas durante la sesión 26 de la Asamblea de la IMO el 2 de diciembre de 2009.

Aunque las nuevas guías estaban inicialmente acabadas y adoptadas en diciembre de 2009, las iniciativas para desarrollar los requisitos obligatorios habían surgido a principios del mismo año. La primera propuesta de los EEUU fue presentada en enero y, pocos meses después, Dinamarca, Noruega y los EEUU propusieron formalmente que los subcomités apropiados debían empezar a desarrollar los requisitos obligatorios para los buques operando en las regiones polares. Un nuevo e importante artículo sobre el “Desarrollo de un Código obligatorio para buques operando en aguas polares” se aprobó por el MSC en mayo de 2009. La fecha de finalización del mismo era 2012.

Los trabajos para realizar el nuevo Código Polar continuaron en las sesiones 55 y 56 del subcomité DE, en las que el grupo de trabajo desarrolló los aspectos técnicos del borrador. Se introdujeron al debate varios procedimientos imperativos, opciones notables para hacer el futuro Código Polar obligatorio. Después, el DE hizo dos cosas. Primero, urgió al MEPC y al MSC a priorizar las discusiones sobre cómo hacer el Código formalmente vinculante. Segundo, pidió que el Secretariado de la IMO presentase un documento al MEPC 62 en el que la Oficina Legal exploraba opciones para hacer las provisiones del Código obligatorias.

La Oficina Legal propuso tres opciones. La primera opción sugería enmendar el SOLAS añadiendo un nuevo capítulo que incorporase de forma íntegra el Código Polar haciendo referencia en las regulaciones y sujeto a las procedimientos de enmienda tácitas de la convención SOLAS. La segunda opción fue enmendar el SOLAS y el MARPOL añadiendo un nuevo capítulo al SOLAS que estipulase las partes del Código Polar que hacían referencia a la seguridad del buque, así como enmendando también uno o más Anexos de MARPOL que tratasen los aspectos relativos a la protección medioambiental del Código. La tercera opción fue desarrollar una nueva convención única sobre los barcos operando en aguas

polares, ya fuera con el Código incorporado por referencia y sujeto a los requerimientos de las enmiendas de la nueva convención o adjuntado como un anexo a la nueva convención.

El MEPC 63 decidió seguir la segunda opción. En concordancia, todos los instrumentos existentes debían ser enmendados para ordenar las provisiones asociadas del Código. En noviembre de 2012, el MSC 91 también propuso seguir la segunda opción. El código entonces comprendería una parte general, correspondiente a las medidas de seguridad y otra parte sobre las medidas de prevención de la contaminación. Se adoptaría según los instrumentos importantes aplicables de la IMO, pues los requisitos específicos de seguridad marítima y prevención de la contaminación podían ser enmendados independientemente.

El DE 57, en marzo de 2013, hizo un avance significativo en el desarrollo del Código Polar. Un borrador del capítulo sobre protección medioambiental para la consideración del MEPC 65 se finalizó. En principio, también se llegó a un acuerdo en las definiciones de las categorías de barcos a los que se les aplicaría el Código. También se acordó que todos los buques que operasen en aguas polares debían llevar a bordo el “Certificado de Buque Polar” y el “Manual Operacional en Aguas Polares”. Teniendo en cuenta las decisiones alcanzadas por el MEPC 63 y el MSC 91 mencionadas anteriormente, el DE acordó también que las partes del Código serían adoptadas por resoluciones independientes del MSC y del MEPC. El objetivo era finalizar el Código Polar en 2014.

Las enmiendas del Código Polar y del SOLAS se adoptaron durante la 94^a sesión del Comité de Seguridad Marítima (MSC) de la OMI, en noviembre de 2014. Las disposiciones medioambientales y las enmiendas MARPOL se adoptaron durante la 68^a sesión del Comité de Protección del Medio Marino (MEPC) en mayo de 2015.

El Código Polar entró en vigor el 1 de enero de 2017 y debe cumplirse por todos los buques que operen en aguas polares de más de 500 GT excepto los barcos de pesca, buques de recreo que no practiquen una actividad comercial y los buques con derecho a la inmunidad soberana. Aun así, están fuertemente alentados a cumplir con él.

Actualmente el MSC y sus sub-comités relacionados están trabajando para la aplicación del Código Polar a los buques que no están cubiertos por el SOLAS.

Se espera que la asamblea de la OMI, que se reunirá entre noviembre y diciembre de 2019, adopte un borrador de la resolución de la Asamblea urgiendo a los Estados Miembro a implementar, de forma voluntaria, medidas de seguridad del Código Polar a los buques que no estén certificados por la convención SOLAS.

El Comité de Seguridad Marítima de la OMI, en 2019, en la 101ª Sesión (MSC 101), ha aprobado las directrices para los equipos de navegación y comunicación destinados a ser utilizados en buques que operan en aguas polares. La guía incluye recomendaciones sobre la temperatura y pruebas de impacto mecánico, y sobre cómo abordar la acumulación de hielo y la actuación de las baterías en temperaturas frías.

Finalmente, el MSC también aprobó las directrices provisionales sobre los dispositivos de salvamento de los barcos que operan en aguas polares.

6.2 Ámbito de aplicación

El Código Polar se aplica como complemento a otros instrumentos de la OMI que ya son obligatorios, como por ejemplo SOLAS, MARPOL o el STCW.

En un primer paso, se aplicó a los buques de pasaje y de carga cubiertos por SOLAS, a fin de no retrasar la entrada en vigor del Código para dichos buques. Aun así, los capítulos de protección medioambiental del Código deberían aplicarse a todos los tipos de buque según las disposiciones de los diversos anexos de MARPOL. Actualmente, se están desarrollando en este primer paso las medidas aplicables a buques de nueva construcción.



Ilustración XX: Extensión máxima de aplicación del Código Polar en el Ártico. Fuente: www.asoc.org

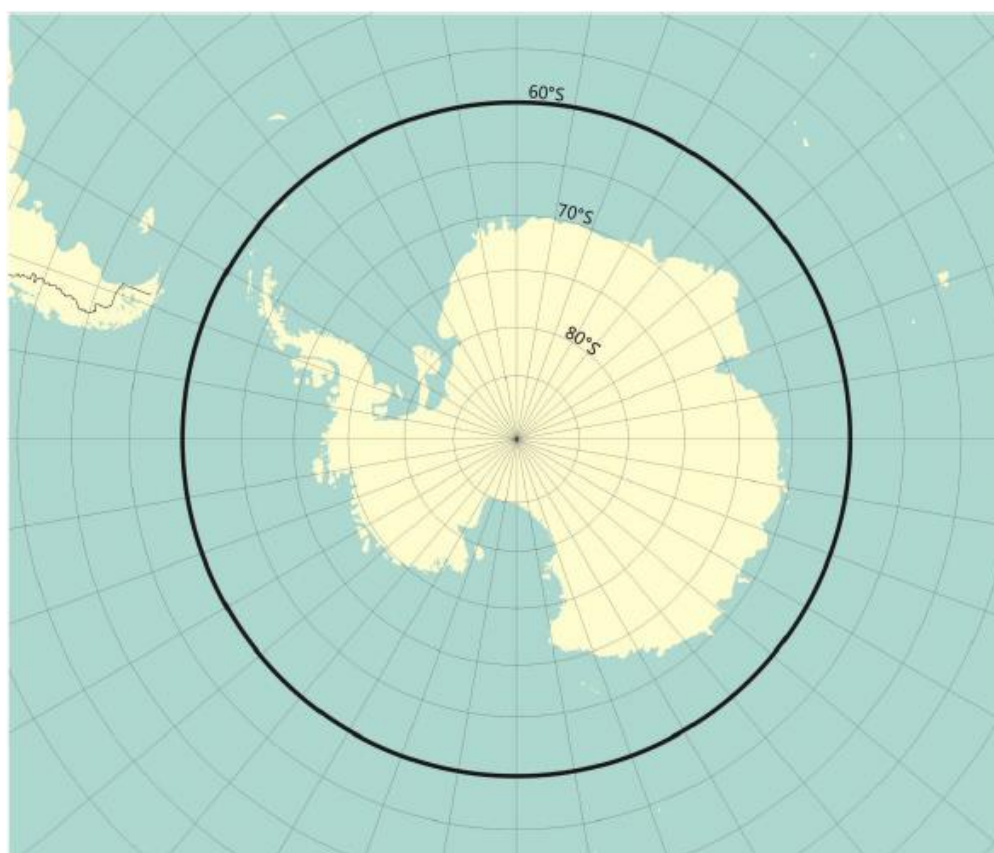


Ilustración XXI: Extensión máxima de aplicación del Código Polar en el Antártico. Fuente: www.asoc.org

Clases polares según el código:

		Clase	Capacidad operativa
A	Un barco de categoría A significa que está diseñado para operar en aguas polares que contienen como mínimo hielo medio del primer año y que puede incluir hielo viejo.	PC 1	Operación es durante todo el año en todas las aguas polares
		PC 2	Operaciones durante todo el año con hielo de múltiples años
		PC 3	Operaciones durante todo el año con hielo del segundo año
		PC 4	Operaciones durante el año con hielo grueso del primer año,
		PC 5	Operaciones durante todo el año con hielo medio del primer año,
B	Un barco de categoría B significa que no está incluido en la Categoría A, y que está diseñado para operaciones en aguas polares con al menos hielo delgado del primer año, que puede incluir hielo viejo.	PC 6	Operaciones en verano y otoño con hielo medio del primer año
		PC 7	Operaciones en verano y otoño con hielo delgado del primer año
C	Un barco de categoría C significa que está diseñado para operaciones en aguas abiertas o en condiciones menos severas que las incluidas en las categorías A y B. Esto corresponde a los barcos de cualquier Clase Polar Báltica o sin ningún refuerzo contra el hielo.	ICE 1A* / E4	Hielo del primer año hasta 1,0m
		ICE 1A / E3	Hielo del primer año hasta 0,8m
		ICE-1B / E2	Hielo del primer año hasta 0,6m
		ICE-1C / E1	Hielo del primer año hasta 0,4m
		ICE-C / E	Condiciones de hielo ligeras
		Ninguna	Aguas abiertas sin hielo

Tabla 1: Clases polares según el Código Polar. Fuente: www.dnvgl.com

6.3 Medidas de Seguridad

Los apartados presentados a continuación se encuentran en la Parte I-A del Código Polar, y hacen referencia a las medidas de seguridad que los buques han de tomar para cumplir con el Código. Cada capítulo de esta parte consiste del objetivo general del capítulo, los requerimientos necesarios para cumplirlo y sus regulaciones.

6.3.1 Estructura general de la Parte A

Cada capítulo de esta parte consiste en el objetivo general del capítulo, los requerimientos funcionales para cumplir con éste y sus regulaciones. Se considerará que un barco cumple con los requerimientos funcionales establecidos cuando:

- 1- El diseño y los arreglos del buque cumplen con todas las regulaciones asociadas a los requerimientos funcionales.
- 2- Las partes o todos los diseños y arreglos importantes del buque han sido revisados y aprobados de acuerdo con la regulación 4 del capítulo XIV de SOLAS y cualquier parte restante del barco cumple con las regulaciones relevantes.

6.3.1.1 Certificado e inspecciones

Cada buque al que le sea aplicable el Código Polar debe tener a bordo un Certificado de Buque Polar válido y este debe ser expedido después de la primera revisión o en su defecto en la inspección de renovación.

Para los buques de carga de la categoría C, si no requieren una modificación estructural o equipo adicional para cumplir los requisitos del Código Polar, el certificado de Buque Polar puede emitirse en base a la documentación que verifica que dicho buque cumple con todos los requisitos pertinentes. En este caso, para que el certificado tenga validez continua se debe realizar una inspección a bordo cuando éstas se programen.

Para los buques de carga de categoría C, si el resultado de la evaluación es que no se requiere equipo adicional o modificación estructural para cumplir con el Código Polar, el Certificado de buque Polar puede emitirse en base a la verificación documentada de que el buque cumple con todos los requisitos pertinentes del Código polar. En este caso, para la validez continua del certificado, se debe realizar una encuesta a bordo en la próxima encuesta programada.

Este certificado deberá ser emitido por la Administración o por cualquier persona u organización reconocida por la misma, en conformidad con la regulación XI-1/1 de SOLAS. En cualquier caso, la Administración asume toda la responsabilidad por el certificado.

6.3.1.2 Estándares de desempeño

A menos que se indique expresamente lo contrario, los sistemas y equipos del buque mencionados en el Código deberán satisfacer al menos los mismos estándares mencionados en SOLAS.

Para los barcos que operan en bajas temperaturas, se debe especificar una temperatura de servicio polar que debe ser por lo menos de 10°C por debajo de la temperatura media diaria más baja registrada, si se puede, durante un periodo mínimo de 10 años, para la zona en la que se planea navegar y la estación del año en que se encuentre. Los sistemas y equipamientos requeridos por este Código deben ser completamente funcionales en la temperatura de servicio polar.

Para los buques que operen en bajas temperaturas del aire, los sistemas y equipos de supervivencia deben ser completamente operativos a la temperatura de servicio polar durante el tiempo de rescate máximo esperado.

6.3.1.2 Evaluación operacional

Para establecer procedimientos o limitaciones operativas, se realizará la evaluación del buque y su equipo, teniendo en cuenta el rango anticipado de las condiciones ambientales y operativas tales como las operaciones en bajas temperaturas, en hielo, en latitudes altas y el potencial de abandono de buque en hielo o tierra y los peligros derivados de la navegación polar.

6.3.2 Manual Operacional en Aguas Polares

El *Certificado de Buque Polar* deberá ser complementado por un *Manual Operacional en Aguas Polares* (PWOM por sus siglas en inglés) que satisfaga los requisitos estipulados en el Código y aprobado por la Administración o un Organismo reconocido. El Certificado de Buque Polar no será válido sin el PWOM.

El Manual Operacional en Aguas Polares es un manual que ha de proveer al propietario, al operador, al capitán y a la tripulación del buque con suficiente información referente a las limitaciones y a la capacidad operativa del barco a fin de que pueda ayudar en la toma de decisiones.

Éste se ha de llevar siempre a bordo y ha de contener la siguiente información:

- Información sobre las capacidades y limitaciones específicas del buque
- Procedimientos específicos a seguir en operaciones normales y para evitar encontrar condiciones que excedan las capacidades del barco
- Procedimientos específicos a seguir en caso de incidentes en aguas polares.
- Procedimientos a seguir cuando se utiliza la asistencia de un Rompehielos.

El Manual incluirá procedimientos basados en el riesgo para lo siguiente:

- Planificación del viaje para evitar hielo y / o temperaturas que excedan las capacidades o limitaciones de diseño del barco;
- Medios para recibir pronósticos de las condiciones ambientales
- Medios para abordar cualquier limitación de la información hidrográfica, meteorológica y de navegación disponible
- Medidas especiales para mantener la funcionalidad del equipo y del sistema a bajas temperaturas, la formación de hielo en la superficie y la presencia de hielo marino, según corresponda.
- Medios de respuesta de emergencia para salvamento, búsqueda y rescate (SAR), respuesta a derrames, etc...
- Procedimientos para mantener el soporte vital y la integridad del buque en caso de atrapamiento prolongado por hielo.
- Monitoreo y mantenimiento de la seguridad durante las operaciones en hielo, según corresponda, incluidos los requisitos para operaciones de escolta o asistencia para romper el hielo.

6.3.3 Estructuras

El objetivo de este capítulo es asegurar que los materiales y los escantillados de la estructura del buque conserven su integridad, basada en la respuesta global y local debida a las cargas y condiciones ambientales encontradas.

Para los buques destinados a operar en bajas temperaturas, los materiales utilizados deberán ser adecuados para operar a la temperatura de servicio polar del buque y

En buques reforzados para la navegación en hielo, la estructura del buque se diseñará para resistir las cargas estructurales globales y locales previstas en las condiciones de hielo que vaya a encontrarse en la singladura.

6.3.4 Subdivisión y Estabilidad

El objetivo de este capítulo es garantizar una subdivisión y estabilidad adecuadas tanto en condiciones intactas como con avería, y estipula que los barcos deben tener suficiente estabilidad en condiciones intactas cuando esté sujeto a la acumulación de hielo en el casco y que los buques de categoría A y B, construidos a partir del 1 de enero de 2017 deben tener suficiente estabilidad residual para soportar daños provocados por el hielo.

Para los buques que operan en áreas y durante los períodos en que es probable que se produzca la acumulación de hielo, se debe tener en cuenta la siguiente tolerancia de hielo en los cálculos de estabilidad:

- 30 kg/m² de hielo en cubiertas expuestas al aire libre y pasarelas
- 7.5 kg/m² de hielo para el área lateral proyectada de cada lado del barco sobre la línea de flotación
- El área lateral de las superficies discontinuas de riel, palos, vergas (excepto mástiles) y aparejos de barcos sin velas y el área lateral proyectada de otros objetos pequeños se calculará aumentando el área proyectada total de superficies continuas en un 5% y los momentos estáticos de esta área en un 10%.

Los buques que operen en áreas y durante los períodos en que es probable que se produzca la acumulación de hielo serán diseñados para minimizar la acumulación de hielo y estarán equipados con los medios necesarios para eliminar el hielo, requeridos por la Administración, como por ejemplo, dispositivos eléctricos y neumáticos, herramientas especiales como hachas o palos de madera para remover hielo de baluartes, rieles y montajes.

Toda acumulación de hielo debe ser monitoreada y se han de tomar las medidas apropiadas para asegurar que la acumulación de hielo no excede los valores especificados en el PWOM, en el que se debe incluir toda la información sobre la formación de hielo en las estructuras incluida en los cálculos de estabilidad.

Para cumplir con los requisitos funcionales, los buques de las categorías A y B, construidos a partir del 1 de enero de 2017, deberán poder soportar las inundaciones resultantes de la penetración del casco debido al impacto del hielo. La estabilidad residual después del daño por hielo deberá ser tal que el factor s_i , según se define en las regulaciones II-1 / 7-2.2 y II-1 / 7-2.3 de SOLAS, sea igual a uno para todas las condiciones de carga utilizadas para calcular el índice de subdivisión alcanzado en la regla II-1/7 de SOLAS. Sin embargo, para los buques de carga que cumplen con las regulaciones de subdivisión y estabilidad de daños en otro instrumento desarrollado por la Organización, según lo dispuesto por la regla II-1 / 4.1 de SOLAS, los criterios de estabilidad residual de ese instrumento se cumplirán para cada condición de carga.

La extensión del daño por hielo que se podrá asumir será tal que:

- La extensión longitudinal del hielo superior es el 4.5% de la longitud de la línea de flotación si se centra hacia adelante de la anchura máxima en la línea de flotación, y del 1.5% de la longitud de la línea de flotación de hielo superior, y se asumirá en cualquier posición longitudinal a lo largo de la eslora del barco.
- La extensión de la penetración transversal es de 760mm, medido desde el casco sobre la extensión total del daño.
- La extensión vertical es menos del 20% del calado de la línea de flotación de hielo superior o la extensión longitudinal, y se supondrá en cualquier posición vertical entre la quilla y el 120% del calado de la línea de flotación de hielo superior.

6.3.5 Estanqueidad al agua y a las condiciones meteorológicas

El Capítulo de Estanqueidad al agua y a las condiciones meteorológicas tiene como objetivo proporcionar medidas para mantener la integridad del buque en cuanto a las condiciones de estanqueidad.

Para cumplir con este requisito, todos los sistemas de cierre y puertas relevantes para la integridad estanca y resistente a la intemperie del buque han de ser completamente operables.

Para los buques que operan en áreas polares durante los períodos en que es probable que se produzca la acumulación de hielo, se proporcionarán medios para eliminar o prevenir la acumulación de hielo y nieve alrededor de las escotillas y puertas y si las escotillas o puertas funcionan hidráulicamente, se deben proporcionar medios para evitar la congelación o la viscosidad excesiva de los líquidos empleados.

Las puertas, escotillas y dispositivos de cierre herméticos y resistentes a la intemperie que no se encuentren dentro de un entorno habitable y requieran acceso mientras están en el mar deberán estar diseñados para ser operados por personal que lleve ropa de invierno gruesa, incluidos guantes gruesos.

6.3.6 Maquinaria

El objetivo de este capítulo es garantizar que las instalaciones de maquinaria sean capaces de ofrecer la funcionalidad necesaria para que los buques operen de forma segura.

Las instalaciones de maquinaria deben proporcionar funcionalidad bajo las condiciones ambientales previstas que incluyen: la formación de hielo y la acumulación de nieve, la ingesta de hielo del agua de mar, la congelación y aumento de la viscosidad de los líquidos, la temperatura de entrada del agua de mar e ingestión de nieve.

Además, para los buques destinados a operar en bajas temperaturas del aire, las instalaciones de maquinaria deberán proporcionar funcionalidad en las condiciones ambientales previstas, teniendo también en cuenta la entrada de aire frío y denso, la pérdida de rendimiento de las baterías u otros dispositivos

de energía almacenada y los materiales utilizados serán adecuados para funcionar a la temperatura de servicio polar del barco.

Para los buques reforzados contra el hielo, las instalaciones de maquinaria deben proporcionar funcionalidad en las condiciones ambientales previstas, teniendo en cuenta las cargas físicas impuestas derivadas de la interacción con el hielo.

6.3.7 Sistemas Contraincendios

El objetivo de este capítulo es garantizar que los sistemas y dispositivos de seguridad contra incendios sean efectivos y operables, y que los medios de escape permanezcan disponibles para que las personas a bordo puedan escapar de manera segura y rápida a la cubierta de embarque del bote salvavidas y a la cubierta de embarque de las balsas salvavidas en las condiciones ambientales esperadas.

Para ello, se han de cumplir los siguientes requisitos:

- Todos los componentes de los sistemas y dispositivos de seguridad contra incendios, si se instalan en posiciones expuestas, deberán protegerse de la acumulación de hielo y la acumulación de nieve.
- Los controles de equipos locales y maquinaria se dispondrán de una manera efectiva para evitar la congelación, la acumulación de nieve y la acumulación de hielo, y su ubicación debe permanecer accesible en todo momento.
- El diseño de los sistemas y dispositivos de seguridad contra incendios deberá tener en cuenta la necesidad de que la tripulación use equipos de vestimenta voluminosos.
- Se proporcionarán medios para eliminar o evitar la acumulación de hielo y nieve en los accesos.
- Los medios de extinción serán adecuados para las operaciones previstas.

Todos los componentes de los sistemas y dispositivos de seguridad contra incendios deben estar diseñados para garantizar la disponibilidad y efectividad bajo la temperatura de servicio polar y todos los materiales utilizados en los sistemas de seguridad contra incendios expuestos deben ser adecuados para operar a la temperatura de servicio polar

6.3.8 Sistemas de Salvamento

El objetivo de este capítulo es proporcionar medios de escape, evacuación y supervivencia seguros.

En cuanto a los medios de escape, se han de cumplir los siguientes requisitos:

- Las rutas de escape expuestas deberán permanecer accesibles y seguras, teniendo en cuenta la posible formación de hielo en las estructuras y la acumulación de nieve.
- Las embarcaciones de supervivencia y los sistemas de embarque deberán facilitar un abandono seguro del barco, teniendo en cuenta las posibles condiciones ambientales adversas durante una emergencia.

En cuanto a los medios de evacuación, todos los dispositivos salvavidas y los equipos asociados deberán facilitar una evacuación segura y han funcionar bajo las posibles condiciones ambientales adversas durante el tiempo de rescate máximo esperado.

Para la supervivencia, se proporcionará protección térmica adecuada para todas las personas a bordo, teniendo en cuenta el viaje previsto, las condiciones climáticas anticipadas (frío y viento) y la posibilidad de inmersión en aguas polares, cuando corresponda.

Los dispositivos salvavidas y los equipos asociados deberán tener en cuenta el potencial de operación en largos períodos de oscuridad.

Teniendo en cuenta la presencia de cualquier peligro asociado, se proporcionarán recursos para apoyar la supervivencia después del abandono del barco, ya sea al agua, al hielo o a la tierra, durante el tiempo de rescate máximo esperado. Estos recursos deben garantizar:

Un ambiente habitable, protección a las personas contra los efectos del frío, el viento y el sol, espacio para alojar personas, equipado con protección térmica adecuada para el medio ambiente, medios para proporcionar sustento, puntos de acceso y salida seguros y medios para comunicarse con los equipos de rescate.

6.3.9 Seguridad de la Navegación

Establece los requisitos de los equipos y sistemas de navegación para operar en aguas polares de forma segura.

En cuanto a la información relativa a la navegación, establece que los buques han de tener la capacidad de recibir información actualizada, incluida la información sobre las condiciones del hielo para realizar una navegación segura.

Los equipos y sistemas de navegación se diseñarán, construirán e instalarán para mantener su funcionalidad bajo las condiciones ambientales esperadas en el área de operación y los sistemas para proporcionar rumbos de referencia y fijación de la posición han de ser los adecuados para las áreas previstas de navegación.

En cuanto a los equipos de navegación adicionales, los buques deberán tener la capacidad de detectar visualmente el hielo cuando operen en la oscuridad y, además, los buques involucrados en operaciones con una escolta rompehielos deberán tener los medios adecuados para indicar cuándo se detiene el barco.

Todos los buques han de tener un sistema de identificación automático (AIS) y han de llevar como mínimo los siguientes equipos:

- Un receptor telefax meteorológico u otro equipo equivalente que pueda recibir cartas de hielos de gran resolución;
- Radares capaces de detectar hielos;
- Equipos de comunicaciones y señalización adecuados;
- Una luz de búsqueda capaz de iluminar 360 grados;
- Un sistema de recepción de sonidos exteriores en el caso de puentes de navegación con alerones cubiertos;
- Un girocompás;
- Dos correderas;
- Dos eco-sondas independientes;
- Un sistema de posicionamiento electrónico;
- Indicadores de ángulo de timón independientes en el caso de buques con más de un timón;
- Medios para evacuar el hielo acumulado en los cristales desde la posición de mando.

6.3.10 Comunicaciones

El objetivo de este capítulo es garantizar una comunicación efectiva entre barcos y embarcaciones de supervivencia durante el funcionamiento normal y en situaciones de emergencia.

En cuanto a las comunicaciones entre buques, se ha de cumplir que:

- Las comunicaciones bidireccionales de voz y/o datos de barco a barco y de barco a tierra estarán disponibles en todos los puntos a lo largo de las rutas operativas previstas.
- Se proporcionarán medios de comunicación adecuados para las operaciones de escolta y convoy.
- Se proporcionarán medios para las comunicaciones bidireccionales y de coordinación SAR para las operativas de búsqueda y rescate, incluidas las frecuencias aeronáuticas.
- Se proporcionará equipo de comunicación apropiado para permitir la asistencia tele-médica en áreas polares.

En cuanto a la capacidad de las comunicaciones del bote de rescate y de las embarcaciones salvavidas, siempre que sean liberados para la evacuación, deberán mantener la capacidad de alerta de socorro, localización y comunicaciones en el lugar en el que se hallen y deberán mantener la capacidad de transmitir señales de ubicación y comunicación.

Los equipos de comunicación obligatorios para su uso en embarcaciones de supervivencia, incluidas balsas salvavidas y botes de rescate deberán poder operar durante el tiempo de rescate máximo esperado.

6.3.11 Planificación del viaje

La finalidad de este capítulo es asegurar que la Compañía, el capitán y la tripulación tienen a su alcance la suficiente información para llevar a cabo las operaciones previstas tomando en consideración la seguridad del buque y de las personas a bordo además de la protección medioambiental.

El plan de viaje ha de tener en cuenta los potenciales peligros que puede encontrarse en el viaje previsto. El capitán del buque que haya de considerar una ruta a través de las aguas polares deberá tener en cuenta los procedimientos requeridos por el PWOM, las limitaciones que pueda contener la información hidrográfica, y las ayudas a la navegación disponibles; información actualizada sobre el tipo de hielo e icebergs en las zonas colindantes de la ruta prevista; información estadística sobre el hielo y las temperaturas de años anteriores; lugares de refugio; medidas que tomar en caso de encuentro de mamíferos marinos, refiriéndose a aquellas zonas con densidades de mamíferos marinos, incluyendo las rutas estacionales migratorias de éstos animales con información actualizada sobre los sistemas de rutas de los buques, recomendaciones de velocidad y servicios de tráfico de buques y por último, las operaciones en áreas remotas y alejadas de las capacidades de los servicios SAR.

6.3.12 Dotación y formación de la tripulación

El objetivo de este capítulo es garantizar que los buques que operan en aguas polares estén debidamente tripulados por personal adecuadamente calificado, capacitado y experimentado.

Las compañías se asegurarán de que los capitanes, los primeros oficiales y los oficiales en guardia de navegación hayan completado el entrenamiento para alcanzar las habilidades apropiadas para responder ante los deberes y responsabilidades que se deben asumir, teniendo en cuenta las disposiciones del Convenio STCW y el Código STCW, en su forma enmendada.

6.4 Medidas de Prevención de la Contaminación

Los apartados explicados a continuación hacen referencia a la parte II-A del Código Polar, en la que se especifica que medidas deben tomar los buques para prevenir la contaminación que pudiera derivar de las operaciones en aguas polares.

6.4.1 Prevención de la contaminación por hidrocarburos

En las aguas del Ártico está prohibida cualquier tipo de descarga de aceites o mezclas oleosas en el mar, sin importar el tipo de buque. No obstante, estos requisitos no se aplicarán a la descarga del lastre limpio y separado. Los buques de categoría A contruidos antes del 1 de enero de 2017 que no puedan hacer frente a esa demanda y opere en el Océano Ártico durante más de 30 días, deberá poder cumplir con esa norma no más tarde de la primera inspección o de la inspección de renovación, cualquiera que llegue antes, un año después del 1 de enero de 2017. Hasta esa fecha esos barcos deberán cumplir con los requerimientos de descarga de la regulación 15.3 del Anexo I de MARPOL.

Todas las operaciones realizadas en aguas polares deberán anotarse en el Oil Record Book (Libro de Registro de Operaciones con Hidrocarburos), además de los manuales y el Plan de Emergencia por Contaminación por Hidrocarburos como se requiere en el Anexo I de MARPOL.

6.4.2 Control de la contaminación por sustancias líquidas nocivas a granel

Cualquier descarga en el mar de sustancias líquidas nocivas, o mezclas que contengan tales sustancias estará prohibida. Las operaciones llevadas a cabo en aguas polares se anotarán en el Cargo Record Book (Libro de Registro de Carga), en el Manual y en el Plan de Emergencia de contaminación marina a bordo para sustancias líquidas nocivas o el plan de emergencia de contaminación marina a bordo según lo requerido por el Anexo II de MARPOL.

Para los buques de las categorías A y B contruidos en o a partir del 1 de enero de 2017, el transporte de NLS identificado en el capítulo 17, columna e, como buque tipo 3 o identificado como NLS en el capítulo 18 del Código Internacional para la Construcción y el Equipamiento de Buques que Transportan Productos Químicos Peligrosos a Granel en tanques de carga de buques tipo 3 estarán sujetos a la aprobación de la Administración.

Los resultados han de ser reflejados en el Certificado Internacional de Prevención de la Contaminación para el Transporte de Sustancias Líquidas Nocivas a Granel o en el Certificado de Navegabilidad para identificar la operación realizada en aguas polares.

6.4.3 Prevención de la contaminación por aguas residuales

Las descargas de aguas residuales dentro de las aguas polares están prohibidas, excepto cuando se realizan en conformidad con el Anexo IV de MARPOL y los siguientes requisitos:

el buque está descargando aguas residuales trituradas y desinfectadas de acuerdo con la regla 11.1.1 del Anexo IV de MARPOL, a una distancia de más de 3 millas náuticas de cualquier plataforma de hielo y deberá estar lo más lejos posible de áreas de concentración de hielo superior a $1/10$ o el barco está descargando aguas residuales que no se Trituran o desinfectan de acuerdo con la regla 11.1.1 del Anexo IV de MARPOL y a una distancia de más de 12 millas náuticas de cualquier plataforma de hielo y deben estar lo más lejos posible de áreas de concentración de hielo superior a $1/10$ o el buque tiene en funcionamiento una planta de tratamiento de aguas residuales aprobada y certificada por la Administración para cumplir con los requisitos operativos en la regla 9.1.1 o 9.2.1 del Anexo IV de MARPOL, y descarga las aguas residuales de acuerdo con la regla 11.1.2 del Anexo IV tan lejos como sea posible de la tierra más cercana, cualquier plataforma de hielo o áreas de concentración de hielo que excedan $1/10$.

La descarga de aguas residuales en el mar está prohibida para los buques de categoría A y B construidos a partir del 1 de enero de 2017 y todos los buques de pasajeros construidos a partir del 1 de enero de 2017, excepto cuando tales descargas cumplan con las especificaciones mencionadas anteriormente.

No obstante, los buques de categoría A y B que operan en áreas de concentraciones de hielo superiores a $1/10$ durante períodos prolongados de tiempo, solo podrán descargar aguas residuales utilizando una planta de tratamiento de aguas residuales aprobada y certificada por la Administración para cumplir con los requisitos operativos en cualquiera de las reglas 9.1.1 o 9.2.1 del Anexo IV de MARPOL.

6.4.4 Prevención de la contaminación por descarga de basuras

En aguas árticas, la descarga de basura permitida en el mar en conformidad con la regla 4 del Anexo V de MARPOL, deberá cumplir con los siguientes requisitos:

La descarga al mar de desechos de alimentos solo está permitida cuando el barco está lo más lejos posible de áreas de concentración de hielo superior a 1/10, pero en cualquier caso no menos de 12 millas náuticas desde la tierra más cercana o la plataforma de hielo más cercana. Los desechos de alimentos han de triturarse y deberán poder pasar a través de una pantalla con aberturas de no más de 25mm. Los desechos de alimentos no deben contaminarse con ningún otro tipo de basura; los desechos de alimentos no pueden descargarse sobre el hielo. Además, la descarga de cadáveres de animales está prohibida.

La descarga de residuos de carga que no pueden recuperarse utilizando métodos comúnmente disponibles para la descarga solo se permitirá mientras el barco esté en ruta y donde se cumplan todas las siguientes condiciones:

los residuos de carga, los agentes de limpieza o los aditivos contenidos en el agua de lavado de la bodega no incluyen ninguna sustancia clasificada como dañina para el medio marino, teniendo en cuenta las pautas desarrolladas por la Organización; tanto el puerto de partida como el próximo puerto de destino se encuentran dentro de las aguas del Ártico y el barco no transitará fuera de las aguas del Ártico entre esos puertos; no hay instalaciones de recepción adecuadas en esos puertos teniendo en cuenta las pautas desarrolladas por la Organización; y cuando las condiciones anteriores se cumplan, la descarga del agua de lavado de la bodega de carga que contenga residuos se efectuará, en la medida de lo posible, desde áreas con una concentración de hielo superior a 1/10, pero en cualquier caso a no menos de 12 millas náuticas del terreno más cercano o la plataforma de hielo más cercana.

En el área antártica, la descarga de basura al mar permitida de acuerdo con la regla 6 del Anexo V de MARPOL, deberá cumplir con los siguientes requisitos adicionales:

Las descargas conforme a la regla 6.1 del Anexo V de MARPOL se realizarán en la medida de lo posible desde áreas de concentración de hielo superior a 1/10,

pero en cualquier caso a no menos de 12 millas náuticas del hielo rápido más cercano; y los desechos de comida no deben ser descargados en el hielo.

La operación de descarga de residuos en aguas polares se anotará, según corresponda, en el Libro de Registro de Basuras, el Plan de gestión de basuras y los letreros, según lo requerido por el Anexo V de MARPOL.

7. CONCLUSIONES

Como hemos podido ver, las regiones polares han sido un lugar hostil y recóndito para la humanidad durante la mayor parte de la historia. Aun así, estas regiones contienen gran parte del territorio navegable del planeta tierra y poseen un enorme potencial para el futuro de la industria marítima, teniendo en cuenta los pronósticos actuales sobre el calentamiento global y el consecuente deshielo de los polos. Las rutas marítimas polares que se abrirían presentarían un abaratamiento importante en los costes del transporte internacional, especialmente en el Océano Ártico, facilitando así el crecimiento económico de los continentes que participasen de ellas.

No debemos olvidar que las regiones polares forman parte del equilibrio atmosférico en el que se encuentra la Tierra ahora mismo y el deshielo que suceda en esas zonas repercutirá en el clima y meteorología de las demás latitudes del planeta, provocando cambios notables en el desarrollo de la vida humana. Por lo tanto hemos de tenerlas en cuenta para poder tomar mejores decisiones mientras desempeñamos las navegaciones por esas zonas.

Cabe destacar el trabajo que realiza, desde 1958, la Organización Marítima Internacional y sus Instrumentos internacionales en cuanto a la conservación y protección del medioambiente al tratar de regular la seguridad en la navegación internacional. A medida que pasan los años, las regulaciones establecidas por la OMI se van mejorando y adaptando a la evolución de las condiciones del medio ambiente y a las necesidades comerciales para ofrecer unos patrones de seguridad más acotados en el mar y así poder prevenir mejor cualquier accidente que se derive de la navegación.

BIBLIOGRAFÍA

- Andreas Østhagen, 2013, Arctic Oil and Gas: Assessing the Potential for Hydrocarbon Development in the Polar Region
- AMSA. (2009). Arctic Council; Arctic Marine Shipping Assessment 2009 Report.
- Arctic bridge (2014), Key to Northern Development, <http://arcticbridge.com/> (consultada en Agosto de 2019)
- Arctic Council (2015), Protection of the Arctic Marine Environment, <https://www.pame.is/> (consultada el 25 de Agosto de 2019)
- Cintia Bosch Lozano, 2012, Régimen jurídico de la navegación en aguas polares. Especial referencia al “Código Polar”.
- Emmanuel Guy et Frédéric Lasserre, 2016, Commercial shipping in the Arctic: new perspectives, challenges and regulations.
- Fiaz, F. (2014). Economic Viability of using Northern Sea Route (NSR): A Comparative Case Study, Vestfold University College
- Ice Navigation, chapter 33, disponible en msi.nga.mil, (consultado en septiembre de 2019)
- Canadian Coast Guard, Ice Navigation in Canadian Waters, 2012 <http://www.ccg-gcc.gc.ca/Icebreaking/Ice-Navigation-Canadian-Waters/Navigation-in-ice-covered-waters>
- IMO (2010), Guidelines for ships operating in Polar Waters
- IMO, Marine Environment Protection Committee Resolutions, [http://www.imo.org/en/KnowledgeCentre/IndexofIMOResolutions/Marine-Environment-Protection-Committee-\(MEPC\)/Pages/default.aspx](http://www.imo.org/en/KnowledgeCentre/IndexofIMOResolutions/Marine-Environment-Protection-Committee-(MEPC)/Pages/default.aspx) (consultado en agosto de 2019)
- Jensen, Øystein. (2016). The International Code for Ships Operating in Polar Waters: Finalization, Adoption and Law of the Sea Implications. Arctic Review on Law and Politics. 7. 10.17585/arctic.v7.236.
- Kaivan H. (2007) shipping viability over arctic routes versus established routes.
- Lars Lindholt, 2002, Chapter 3, Arctic natural resources in a global perspective https://www.ssb.no/a/english/publikasjoner/pdf/sa84_en/kap3.pdf
- Lasserre, Frédéric. (2018). Chapter 20 Arctic Shipping Traffic: More Ships Will Come, but not for Transit.

- Malte Humpert (2012) The Future of Arctic Shipping Along the Transpolar Sea Route
- Maritime Safety Information, National Geospatial-Intelligence Agency (consultada el 20 de Agosto de 2019)
- Mulherin, (1996), The impact of industry shocks on takeover and restructuring activity.
- Northern Sea Route Administration <http://www.nsra.ru/en/home.html> (consultado en agosto de 2019)
- Peter F. Johnston, 2010, Volume 12, Issue 2. Arctic Energy Resources and Global Energy Security disponible en http://oceans.mit.edu/wp-content/uploads/arctic_energy_security.pdf
- Polar Code Boundaries https://www.asoc.org/storage/documents/IMO/Polar_Code_Boundaries_for_the_Arctic_and_Antarctic.pdf (consultado en agosto de 2019)
- PUB. 200, Sailing Directions (Planning guide and enroute), (2019), National Geospatial-Intelligence Agency, Springfield, Virginia. Disponible http://msi.nga.mil/MSISiteContent/StaticFiles/NAV_PUBS/SD/Pub200/Pub200bk.pdf
- Raza, Zeeshan & Schøyen, Halvor. (2014). A comparative study of the Northern Sea Rout (NSR) in commercial and environmental perspective with focus on LNG shipping.
- USGS, 2008, Circum-Arctic Resource Appraisal: Estimates of Undiscovered Oil and Gas North of the Arctic Circle <https://pubs.usgs.gov/fs/2008/3049/fs2008-3049.pdf>